



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

ALUMNO

Andrés Leirachá Martínez

TUTOR

José Carlos Álvarez Feal

FECHA

SEPTIEMBRE 2017

OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR – GEOTÉRMICO

El presente trabajo fin de master consiste en el diseño y cálculo de las instalaciones de un edificio situado en Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol.

Consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos. Las instalaciones que se proyectan son: alumbrado normal y de emergencia, instalación eléctrica de fuerza, sistema contra incendios, fontanería, saneamiento, calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), incluyendo cálculo de pérdidas de carga en las conducciones. También se incluye el cálculo de la ventilación de las dos plantas de garaje, así como medidas para la seguridad en caso de incendio.

Además del cálculo de las instalaciones, se ha realizado la optimización de las mismas. En alumbrado se proponen luminarias tipo LED de mayor rendimiento energético, en pluviales se contempla su recogida y almacenamiento para su posterior aprovechamiento para descarga en inodoros. En el apartado calefacción y ACS, se diseña un aprovechamiento en base a geotérmica y energía solar con apoyo de una caldera de biomasa.

OPTIMIZACIÓN DAS INSTALACIÓNS DUN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR – XEOTÉRMICO

O presente traballo fin de master consiste no deseño e cálculo das instalacións dun edificio situado na Avda. de Vigo Nº 144- 146, Concello de Ferrol.

Consta de 18 vivendas unifamiliares, un local comercial e dous sotos. As instalacións que se proxectan son: iluminación normal e de emerxencia, instalación eléctrica de forza, sistema contra incendios, fontanaría, saneamento, calefacción e auga quente sanitaria (AQS), incluíndo cálculo de perdas de carga nas conducións. Tamén se inclúe o cálculo da ventilación das dúas plantas de garaxe, así como medidas para a seguridade en caso de incendio.

Ademais do cálculo das instalación, realizouse a optimización das mesmas. En iluminación propónse luminarias tipo LED de maior rendemento enerxético, en pluviais contémplase a súa recollida e almacenamento para o seu posterior aproveitamento para descarga en inodoros. Na apartado calefacción e AQS, deséñase un aproveitamento en base a geotérmica e enerxía solar con apoio dunha caldeira de biomasa.

OPTIMIZATION OF FACILITIES OF A BUILDING WITH COMBINED SOLAR - GEOTHERMAL

The present master thesis consists in the design and calculation of the installations of a building situated in Avda. Of Vigo Nº 144 -146, Council of Ferrol.

It consists of 18 single-family homes, a commercial property and two basements. The facilities that are projected are: normal lighting and of emergency, , electric force, fire, plumbing, sanitation, heating system installation and domestic hot water (DHW), including calculation of pressure losses in pipes. There is also the calculation of ventilation of the two floors of the garage, as well as measures for safety in case of fire.

In addition to the calculation of the facilities, the optimization them has been. In lighting are proposed lighting type LED of greater energy efficiency, rainwater provides collection and storage for later use for discharge in toilets. In paragraph heating and DHW, a use is designed based on geothermal and solar energy with the support of a biomass boiler.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

ÍNDICE GENERAL

1 ÍNDICE GENERAL

2 MEMORIA

2.1 TITULO DEL TRABAJO

2.2 OBJETO DEL TRABAJO

2.3 ALCANCE

2.4 PETICIONARIO

2.5 EMPLAZAMIENTO

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

2.7 ACTIVIDAD

2.7.1 Descripción

2.8 DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA EL TRABAJO

2.10 NORMAS Y REFERENCIAS

2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

2.10.2 Bibliografía

2.10.3 Bibliografía digital

2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el trabajo

2.11 OTRAS REFERENCIAS

2.11.1 Instituciones y organismos implicados

2.11.2 Empresa suministradora de la energía eléctrica

2.12. DEFICIONES Y ABREVIATURAS

2.13 ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES

2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

2.15 CONSIDERACIONES FINALES

3. ANEXOS

3.1 ILUMINACIÓN

3.1.0 OBJETO DEL ANEXO

3.1.1 NORMATIVA

3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

3.1.3 REQUISITOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN EN INTERIORES

3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS INTERIORES UTILIZADAS

3.1.5 ALUMBRADO LOCAL COMERCIAL, SÓTANOS Y SERVICIOS COMUNES

3.1.6 ALUMBRADO VIVIENDAS

3.1.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO

3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

3.2.3 MÉTODO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS

3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS

3.2.6 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES

3.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.3.1 OBJETIVO

3.3.2 NORMATIVA APLICABLE

3.3.3 PROPAGACIÓN INTERIOR

3.3.4 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

3.3.5 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.3.6 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

3.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.4.1 OBJETO DE ANEXO

3.4.2 NORMATIVA Y BASES DE DISEÑO

3.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.4.4 PREVISIÓN DE CARGAS

3.4.5 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

3.4.6 LÍNEA GENERALES DE ALIMENTACIÓN

3.4.7 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

3.4.8 DERIVACIONES INDIVIDUALES A VIVIENDAS

3.4.9 INSTALACIONES EN EL INTERIOR DE VIVIENDAS

3.4.10 SERVICIOS COMUNES

3.4.11 LOCAL COMERCIAL

3.4.12 RED DE TIERRA

3.4.13 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

**3.4.14 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS (SECCIONES, PROTECCIONES Y
CANALIZACIONES)**

3.5 FONTANERÍA

3.5.1 OBJETO DEL ANEXO

3.5.2 NORMATIVA

3.5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

3.5.4 REQUISITOS DE DISEÑO

3.5.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO

3.5.6 DERIVACIONES PARTICULARES

3.5.7 DERIVACIONES COLECTIVAS

3.5.8 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

3.5.9 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

3.6 INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

3.6.1 OBJETO DEL ANEXO

3.6.2 ALCANCE

3.6.3 NORMATIVA

3.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.6.5 COMPONENTES Y DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES

3.6.6 TRAZADO

3.6.7 CÁLCULOS

3.6.8 DIMENSIONADO BOMBA SÓTANO

3.6.9 RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

3.6.10 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

3.7 INSTALACIÓN DE A.C.S.

3.7.1 OBEJETO DEL ANEXO

3.7.2 NORMATIVA Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.7.3 CÁLCULOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN

3.7.4 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.7.5 CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.7.6 INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO

3.8 INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

3.8.1 OBJETO DEL ANEXO

3.8.2 ALCANCE

3.8.3 NORMATIVA

3.8.4 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

3.8.5 SERVICIOS

3.8.6 VENTILACIÓN

3.8.7 JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO CÓDIGO TÉCNICO

3.9 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.9.1 OBJETIVO

3.9.2 NORMATIVA

3.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

3.9.4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.9.5 CÁLCULOS

3.9.6 DIMENSIONADO DEL SUELO RADIANTE

3.9.7 TABLA RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

3.9.8 DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE BIOMASA

3.9.9 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

3.9.10 CÁLCULO DEL ACUMULADOR

3.9.11 CÁLCULO DE LA BOMBA

3.10 INSTALACIÓN DE GEOTÉRMICA

3.10.1 OBJETIVO

3.10.2 DISEÑO

3.10.3 CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

- 3.10.4 ANÁLISIS DE RIESGOS**
- 3.10.5 GEOTERMIA Y DISEÑO**
- 3.10.6 EJECUCIÓN**
- 3.10.7 INSTALACIÓN DEL INTERCAMBIADOR GEOTÉRMICO**
- 3.10.8 PRUEBAS**
- 3.10.9 RELLENO Y MACIZADO DL TERRENO**
- 3.10.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE LAS VIVIENDAS**
- 3.10.11 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR**
- 3.10.12 FLUIDO REFRIGERANTE**
- 3.10.13 ENSAYO DE RESPUESTA TÉRMICA DEL TERRENO**
- 3.10.14 DIMENSIONAMIENTO DEL SONDEO**
- 3.10.15 CONDUCCIONES, COLECTORES Y GRUPO HIDRÁULICO**
- 3.10.16 PREPARACIÓN DEL SISTEMA PARA PUESTA EN MARCHA**
- 3.10.17 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN**
- 3.10.18 SISTEMA DE CONTROL**

4. PLANOS

- 4.1 SITUACIÓN**
- 4.2 EMPLAZAMIENTO**
- 4.3 DISTRIBUCIÓN SÓTANO 2**
- 4.4 DISTRIBUCIÓN SÓTANO 1**
- 4.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA**
- 4.6 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA**
- 4.7 DISTRIBUCIÓN PLANTA SEGUNDA A QUINTA**
- 4.8 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJO DÚPLEX**
- 4.9 DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA DÚPLEX**
- 4.10 DISTRIBUCIÓN CUBIERTA**
- 4.11 SECCIÓN A-A**
- 4.12 SECCIÓN B-B**
- 4.13 ALZADO PRINCIPAL**
- 4.14 ALZADO POSTERIOR**
- 4.15 ELECTRICIDAD SÓTANO 2**
- 4.16 ELECTRICIDAD SÓTANO 1**
- 4.17 ELECTRICIDAD PLANTA BAJA**
- 4.18 ELECTRICIDAD PLANTA PRIMERA**

4.19 ELECTRICIDAD PLANTA SEGUNDA A QUINTA
4.20 ELECTRICIDAD PLANTA BAJA DÚPLEX
4.21 ELECTRICIDAD PLANTA ALTA DÚPLEX
4.22 CENTRALIZACIÓN 1 DE CONTADORES
4.23 CENTRALIZACIÓN 2 DE CONTADORES
4.24 UNIFILAR VIVIENDAS
4.25 UNIFICAL SERVICIOS GENERALES
4.26 FONTANERÍA SÓTANO 2
4.27 FONTANERÍA SÓTANO 1
4.28 FONTANERÍA PLANTA BAJA
4.29 FONTANERÍA PLANTA PRIMERA
4.30 FONTANERÍA PLANTA SEGUNDA A QUINTA
4.31 FONTANERÍA PLANTA BAJA DÚPLEX
4.32 FONTANERÍA PLANTA ALTA DÚPLEX
4.33 FONTANERÍA ESQUEMA HIDRÁULICO
4.34 SANEAMIENTO SÓTANO 2
4.35 SANEAMIENTO SÓTANO 1
4.36 SANEAMIENTO PLANTA BAJA
4.37 SANEAMIENTO PLANTA PRIMERA
4.38 SANEAMIENTO PLANTA SEGUNDA A QUINTA
4.39 SANEAMIENTO PLANTA BAJA DÚPLEX
4.40 SANEAMIENTO PLANTA ALTA DÚPLEX
4.41 SANEAMIENTO CUBIERTA
4.42 SANEAMIENTO ESQUEMA DE INSTALACIÓN
4.43 SANEAMIENTO REJILLAS – ARQUETAS – POZO DE BOMBEO
4.44 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE SÓTANO 2
4.45 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE SÓTANO 1
4.46 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE PLANTA PRIMERA
4.47 CONTRA INCENCIOS SÓTANO 2
4.48 CONTRA INCENCIOS SÓTANO 1
4.49 CONTRA INCENCIOS PLANTA BAJA
4.50 CONTRA INCENCIOS PLANTA PRIMERA
4.51 CONTRA INCENCIOS PLANTA SEGUNDA A QUINTA
4.52 CONTRA INCENCIOS PLANTA BAJA DÚPLEX
4.53 CONTRA INCENCIOS PLNTA ALTA DÚPLEX
4.54 CALEFACCIÓN SÓTANO 2

- 4.55 CALEFACCIÓN PLANTA BAJA**
- 4.56 CALEFACCIÓN PLANTA PRIMERA**
- 4.57 CALEFACCIÓN PLANTA SEGUNDA A QUINTA**
- 4.58 CALEFACCIÓN PLANTA BAJA DÚPLEX**
- 4.59 CALEFACCIÓN PLANTA ALTA DÚPLEX**
- 4.60 CALEFACCIÓN ESQUEMA DE CONTROL**
- 4.61 CALEFACCIÓN ESQUEMA SUELO RADIANTE**
- 4.62 SITUACIÓN PANELES SOLARES ACS CUBIERTA**
- 4.63 MONTAJE PANELES SOLARES ACS**
- 4.64 ESQUEMA CONEXIÓN COLECTORES ACS**
- 4.65 ESQUEMA CIRCUITO ACS SOLAR - TÉRMICA**
- 4.66 REPRESENTACIÓN PERFORACIÓN GEOTÉRMICA SÓTANO 2**
- 4.67 ESQUEMA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN POR GEOTÉRMICA**

5 PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 OBJETO

- 5.1.1 Objeto del presente pliego**
- 5.1.2 Documentación del contrato de obra**
- 5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos**

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

- 5.2.1 Disposiciones generales**
- 5.2.2 Contratos**
- 5.2.3. Seguros**
- 5.2.4 Garantías**
- 5.2.5 Recepción de las instalaciones**
- 5.2.6 Final**

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

- 5.3.1 Obligaciones del contratista**
- 5.3.2 Obligaciones de los operarios**
- 5.3.3 Medios auxiliares e impuestos**
- 5.3.4 Materiales**
- 5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato**

5.3.6 Subcontratación de obras

5.3.7 Seguro de incendios

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras

5.3.10 Cesión de traspaso

5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra

5.3.12 Documentación complementaria

5.3.13 Liquidaciones parciales

5.3.14 Recepción provisional

5.3.15 Plazo de garantía de las obras

5.3.16 Recepción definitiva

5.3.17 Libro de órdenes

5.3.18 Datos de la Obra

5.3.19 Trabajos no previstos

5.3.20 Facilidades para la inspección

5.3.21 Certificados y documentación

5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público

5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista

5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento

5.3.25 Seguridad en el trabajo

5.3.26 Seguridad pública

5.3.27 Rescisión del contrato

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5.4.1 Objeto

5.4.2 Campo de aplicación

5.4.3 Condiciones generales

5.4.4 Normas

5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra

5.5 DISPOSICIÓN FINAL

6 ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

6.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

6.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.3.1 Conductores

6.3.2 Protecciones

6.3.3 Fuerza

6.4 SUMINISTRO DE AGUAS

6.5 EVACUACIÓN DE AGUAS

6.5.1 Saneamiento

6.5.2 Pluviales

6.6 ACS Y CALEFACCIÓN

6.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

7 PRESUPUESTO

7.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

7.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

7.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7.3.1 Conductores

7.3.2 Protecciones

7.3.3 Fuerza

7.4 SUMINISTRO DE AGUAS

7.5 EVACUACIÓN DE AGUAS

7.5.1 Saneamiento

7.5.2 Pluviales

7.6 ACS Y CALEFACCIÓN

7.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

7.8 RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO PARA LA VIVIENDA

8 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1. MEMORIA

- 8.1.1. Antecedentes y objeto del estudio de seguridad y salud**
- 8.1.2. Datos generales del trabajo y del estudio de seguridad y salud**
- 8.1.3. Objetivos del estudio de seguridad y salud**
- 8.1.4. Condiciones del lugar en que se va a construir y datos de interés**
- 8.1.5. Unidades de obra que interesan a la prevención de riesgos laborales**
- 8.1.6. Identificación, análisis y evaluación inicial de riesgos**
- 8.1.7. Análisis y evaluación inicial de los riesgos de incendios de la obra**

8.2. PLANOS

- 8.2.1. Evacuación de emergencia al hospital más cercano**

8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

- 8.3.1. Definición y alcance del pliego de condiciones**
- 8.3.2. Normas y condiciones técnicas a cumplir**
- 8.3.3. Condiciones a cumplir por los equipos de protección individual**
- 8.3.4. Señalización de la obra**
- 8.3.5. Detección de riesgos higiénicos y mediciones de seguridad**
- 8.3.6. Sistemas aplicados para la evaluación y decisión sobre las alternativas**
- 8.3.7. Legislación aplicable a la obra**
- 8.3.8. Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos**
- 8.3.9. Condiciones técnicas de las instalaciones provisionales**
- 8.3.10. Condiciones técnicas de la prevención de incendios en la obra**
- 8.3.11. Formación e información a los trabajadores**
- 8.3.12. Mantenimiento, cambios de posición, reparación y sustitución**
- 8.3.13. Acciones a seguir en caso de accidente laboral**
- 8.3.14. Control de entrega de los equipos de protección individual**
- 8.3.15. Perfiles humanos del personal de prevención**
- 8.3.16. Normas de aceptación de responsabilidades del personal de prevención**
- 8.3.17. Normas de autorización del uso de maquinaria y de las máquinas**
- 8.3.18. Obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores**
- 8.3.19. Normas de medición, valoración y certificación**
- 8.3.20. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de residuos**
- 8.3.21. Normas y condiciones técnicas para el tratamiento de materiales**

- 8.3.22. El plan de seguridad y salud**
- 8.3.23. Libro de incidencias**
- 8.3.24. Libro de registro de prevención y coordinación**
- 8.3.25. Cláusulas penalizadoras**
- 8.3.26. Cláusulas contractuales aplicables a empresas subcontratistas**
- 8.3.27. Facultades de los técnicos facultativos**
- 8.3.28. Aviso previo**
- 8.3.29. Previsión de presencias del coordinador en materia de seguridad y salud**

8.4. ANEXO

- 8.4.1. Cables fijadores para cinturones de seguridad**
- 8.4.2. Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad**
- 8.4.3. Botas de pvc., impermeables**
- 8.4.4. Botas de seguridad en loneta reforzada y serraje con suela de goma o pvc**
- 8.4.5. Cascos auriculares protectores auditivos**
- 8.4.6. Casco de seguridad, contra golpes en la cabeza**
- 8.4.7. Obligación de su utilización**
- 8.4.8. Cinturón de seguridad de sujeción**
- 8.4.9. Cinturón portaherramientas**
- 8.4.10. Faja de protección contra sobreesfuerzos**
- 8.4.11. Filtro para radiaciones de arco voltaico, pantallas de soldador**
- 8.4.12. Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo**
- 8.4.13. Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos**
- 8.4.14. Guantes de cuero flor y loneta**
- 8.4.15. Guantes de goma o de “pvc”**
- 8.4.16. Trajes de trabajo, (monos o buzos de algodón)**

8.5. PRESUPUESTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA:

2 MEMORIA.....	3
2.1 TÍTULO DEL TRABAJO.....	3
2.2 OBJETO DEL TRABAJO	3
2.3 ALCANCE	3
2.4 PETICIONARIO	4
2.5 EMPLAZAMIENTO.....	4
2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES	4
2.7 ACTIVIDAD	4
2.7.1 Descripción.....	4
2.8. DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES	6
2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA ELTRABAJO	9
2.10 NORMAS Y REFERENCIAS	10
2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	10
2.10.2 Bibliografía	15
2.10.3 Bibliografía digital	16
2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el trabajo	17
2.11 OTRAS REFERENCIAS.	17
2.11.1 Instituciones y organismos implicados	17

2.11.1 Empresa suministradora de energía eléctrica	17
2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	17
2.13. ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES.....	18
2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS	18
2.15 CONSIDERACIONES FINALES	18

2 MEMORIA

2.1 TÍTULO DEL TRABAJO

Optimización de las instalaciones de un edificio con sistema combinado solar – geotérmico.

2.2 OBJETO DEL TRABAJO

El trabajo tiene como objeto el definir, describir, y calcular, tanto técnica como económicamente, las instalaciones a ejecutar para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos. El estudio se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y demás reglamentos y normas aplicables, con el fin de ejecutar dicha obra y conseguir las autorizaciones pertinentes por parte del ministerio de industria como de otros organismos oficiales de la administración.

Se proyectará el aprovechamiento de energía mediante recursos naturales.

El trabajo está formado por la *memoria descriptiva* en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del Trabajo.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

2.3 ALCANCE

Este trabajo sobre las instalaciones para un edificio con aprovechamiento energético abarca:

- Distribución en planta de las instalaciones que componen el edificio.
- Estudio de la instalación de iluminación interior del edificio.
- Estudio del circuito eléctrico de fuerza del edificio.
- Estudio del sistema de emergencias.
- Estudio del sistema containtcendios.
- Estudio de la red de fontanería.
- Estudio de la instalación de ACS con aprovechamiento de energía solar térmica y geotérmica.
- Estudio de la red de saneamiento.
- Estudio del sistema de calefacción.

- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar para la consecución de los alcances anteriores.
- Presupuesto de los materiales y montaje de las instalaciones.
- Realización de los planos necesarios.
- Realización del Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Realización del estado de mediciones.

2.4 PETICIONARIO

Este Trabajo se redacta para la Escuela Politécnica Superior de Ferrol con domicilio en R/ Mendizábal, s/n, 15403 Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Máster para el alumno Andrés Leirachá Martínez.

2.5 EMPLAZAMIENTO.

El Edificio, se encuentra situado en Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol. (Véase los documentos gráficos adjuntos a esta memoria plano 1).

2.6 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE NECESIDADES

Se redacta este Trabajo asignado por la Escuela Politécnica Superior de Ferrol (EPS), con el Título " Optimización de las instalaciones de un edificio con sistema combinado solar – geotérmico" para su presentación como Trabajo Fin de Máster en la citada Escuela Universitaria.

2.7 ACTIVIDAD

2.7.1 Descripción

Edificación destinada a uso residencial (18 viviendas), local comercial y garaje.

El edificio, en proceso de construcción consta de 10 plantas, con la siguiente distribución de usos:

Planta Sótano2:

Está formada por:

- Una zona dedicada a uso garaje: esta zona comprende 13 plazas de aparcamiento, cumpliendo las longitudes mínimas establecidas y el espacio suficiente para la circulación y maniobras de los vehículos.
- Una zona uso común: esta zona comprende las escaleras y el ascensor que permiten el acceso al resto del resto del edificio.
- Una zona de trasteros: es una zona destinada a los trasteros de las viviendas del edificio
- Una zona de cuarto de instalaciones: es una zona destinada a las instalaciones de A.C.S., geotérmica y caldera.

Planta Sótano1:

Está formada por:

- Una zona dedicada a uso garaje: esta zona comprende 15 plazas de aparcamiento, cumpliendo las longitudes mínimas establecidas y el espacio suficiente para la circulación y maniobras de los vehículos.
- Una zona uso común: esta zona comprende las escaleras y el ascensor que permiten el acceso al resto del resto del edificio.
- Una zona de trasteros: es una zona destinada a los trasteros de las viviendas del edificio.

Planta Baja:

Está formada por:

- Una zona Uso Comercial.
- Una zona común: esta zona comprende los cuartos de servicios comunes y el portal del edificio.

Planta 1ª:

Está formada por:

- Una zona dedicada a vivienda, en la que se encuentran distribuidas en tres pisos de los cuales dos tienen terraza.
- Una zona común: esta zona comprende los pasillos escaleras y ascensor

Plantas 2ª, 3ª, 4ª y 5ª:

Está formada por:

- Una zona dedicada a vivienda, en la que se encuentran distribuidas en tres pisos.
- Una zona común: esta zona comprende los pasillos escaleras y ascensor

Planta 6ª:

Está formada por:

- Una zona dedicada a vivienda, en la que se encuentran distribuidas en tres viviendas (Planta Baja Dúplex).
- Una zona común: esta zona comprende los pasillos escaleras y ascensor

Planta Bajo Cubierta:

Está formada por:

- Una zona dedicada a vivienda, en la que se encuentran distribuidas en tres viviendas (Planta alta Dúplex).

2.8. DISTRIBUCIÓN Y SUPERFICIES

El edificio se distribuye en:

PLANTA SÓTANO 2	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
GARAJE	431,35
TRASTEROS	67,11
CUARTO INSTALACIONES 3	24,00
DISTRIBUIDORES	11,8
CUARTO INSTALACIONES 3	24,00
PLANTA SÓTANO 1	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
GARAJE	429,45
TRASTEROS	39,95
EQUIPOS VENTILACIÓN Y RITI	14,00
TRANSFORMADOR FENOSA	14,30
DISTRIBUIDORES	11,8
PLANTA BAJA	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2

LOCAL	467,00
CUARTO DE INSTALACIONES 1	4,80
CUARTO DE INSTALACIONES 2	5,00
ACCESO VEHÍCULOS	16,10
PORTAL	20,00
PRIMERA PLANTA	
ESTANCIA	SUPERFICIE/ M2
TERRAZA VIVIENDA A	150,00
TENDEDERO VIVIENDA A	1,75
DORMITORIO 1 VIVIENDA A	10,35
BAÑO 1 VIVIENDA A	4,75
COCINA VIVIENDA A	9,00
BAÑO 2 VIVIENDA A	3,95
PASILLO VIVIENDA A	5,00
DORMITORIO 2 VIVIENDA A	13,40
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA A	17,70
VESTÍBULO VIVIENDA A	2,85
DESPENSA- LAVANDERÍA VIVIENDA B	4,35
SALÓN – COMEDOR- COCINA VIVIENDA B	20,35
VESTÍBULO VIVIENDA B	5,70
DORMITORIO 1 VIVIENDA B	10,70
DORMITORIO 2 VIVIENDA B	13,70
BAÑO VIVIENDA B	5,35
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA C	24,00
DORMITORIO 1 VIVIENDA C	18,40
VESTÍBULO VIVIENDA C	3,00
PASILLO VIVIENDA C	2,75
DESPENSA VIVIENDA C	1,50
COCINA VIVIENDA C	13,80
DISTRIBUIDOR VIVIENDA C	7,40
BAÑO 1 VIVIENDA C	4,35
BAÑO 2 VIVIENDA C	5,60
LAVANDERÍA VIVIENDA C	2,20
DORMITORIO 2 VIVIENDA C	13,35
DORMITORIO 3 VIVIENDA C	12,20
TERRAZA VIVIENDA C	150,00
SUPERFICIE CONTRUIDA TOTAL	594,50
DISTRIBUIDOR VIVIENDAS	7,94
DE SEGUNDA A QUINTA PLANTA	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
TENDEDERO VIVIENDA A	1,75
DORMITORIO 1 VIVIENDA A	10,35
BAÑO 1 VIVIENDA A	4,75
COCINA VIVIENDA A	8,90
BAÑO 2 VIVIENDA A	3,95
PASILLO VIVIENDA A	5,00

DORMITORIO 2 VIVIENDA A	13,40
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA A	17,70
VESTÍBULO VIVIENDA A	2,85
DESPENSA- LAVANDERÍA VIVIENDA B	4,35
SALÓN – COMEDOR- COCINA VIVIENDA B	20,35
VESTÍBULO VIVIENDA B	5,70
DORMITORIO 1 VIVIENDA B	10,70
DORMITORIO 2 VIVIENDA B	13,70
BAÑO VIVIENDA B	5,35
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA C	24,00
DORMITORIO 1 VIVIENDA C	18,40
VESTÍBULO VIVIENDA C	3,00
PASILLO VIVIENDA C	2,75
DESPENSA VIVIENDA C	1,50
COCINA VIVIENDA C	13,70
DISTRIBUIDOR VIVIENDA C	7,40
BAÑO 1 VIVIENDA C	4,35
BAÑO 2 VIVIENDA C	5,60
LAVANDERÍA VIVIENDA C	2,20
DORMITORIO 2 VIVIENDA C	13,35
DORMITORIO 3 VIVIENDA C	12,20
SUPERFICIE CONTRUIDA TOTAL	294,50
DISTRIBUIDOR VIVIENDAS	7,94
PLANTA BAJA DÚPLEX	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
TENDEDERO VIVIENDA A	1,75
DORMITORIO 1 VIVIENDA A	10,40
BAÑO 1 VIVIENDA A	4,95
COCINA VIVIENDA A	9,10
PASILLO VIVIENDA A	5,65
DORMITORIO 2 VIVIENDA A	9,95
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA A	21,15
VESTÍBULO VIVIENDA A	3,05
VESTÍBULO VIVIENDA B	12,30
DORMITORIO 1 VIVIENDA B	13,80
DORMITORIO 2 VIVIENDA B	11,60
BAÑO VIVIENDA B	4,90
COCINA VIVIENDA B	10,60
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA B	21,80
SALÓN – COMEDOR VIVIENDA C	24,10
VESTÍBULO VIVIENDA C	3,00
PASILLO VIVIENDA C	2,65
DESPENSA VIVIENDA C	1,50
COCINA VIVIENDA C	13,70
DISTRIBUIDOR VIVIENDA C	8,85
BAÑO VIVIENDA C	4,35

TENDEDERO VIVIENDA C	2,20
DORMITORIO 2 VIVIENDA C	13,35
DORMITORIO 3 VIVIENDA C	12,20
SUPERFICIE CONTRUIDA TOTAL	294,50
DISTRIBUIDOR VIVIENDAS	7,94
R.I.T.S.	0,64
Maquinaria ascensor	1,40
PLANTA ALTA DÚPLEX	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
BAÑO 1 VIVIENDA A	7,00
BAÑO 2 VIVIENDA A	5,90
PASILLO VIVIENDA A	4,95
COCINA VIVIENDA A	1,75
DORMITORIO 1 VIVIENDA A	10,60
DORMITORIO 2 VIVIENDA A	14,35
TERRAZA VIVIENDA A	15,40
BAÑO VIVIENDA B	6,55
TERRAZA 1 VIVIENDA B	9,95
PASILLO VIVIENDA B	4,80
DORMITORIO 1 VIVIENDA B	15,40
DORMITORIO 2 VIVIENDA B	17,80
TERRAZA VIVIENDA B	14,00
BAÑO 1 VIVIENDA C	4,60
BAÑO 2 VIVIENDA C	6,40
PASILLO VIVIENDA C	6,95
DORMITORIO 1 VIVIENDA C	20,00
DORMITORIO 2 VIVIENDA C	17,30
TERRAZA VIVIENDA C	11,30
SUPERFICIE CONTRUIDA TOTAL	168,90
CUBIERTA	
ESTANCIA	SUPERFICIE/M2
CUBIERTA A	105,87
CUBIERTA B	134,63
CUBIERTA C	29,28
CUBIERTA D	2,07
CUBIERTA E	11,35
CUBIERTA F	28,14
SUPERFICIE CONTRUIDA TOTAL	301,34

TABLA 2.8.2.1 – Distribución y superficies

2.9 CAPÍTULOS DE QUE CONSTA ELTRABAJO

El Trabajo se estructura en varias unidades de modo que los distintos documentos básicos,

con sus documentos unitarios, son los que se enumeran a continuación:

- Índice General
- Memoria General
- Anexos relativos a:
 - Iluminación Led
 - Alumbrado de emergencia
 - Sistema contra incendios
 - Instalación de electricidad
 - Instalación de calefacción
 - Instalación de fontanería
 - Instalación de saneamiento
 - Instalación solar térmica para A.C.S.
 - Instalación geotérmica para calefacción
- Pliego de Condiciones
- Planos
- Estado de Mediciones
- Presupuesto
- Estudio de seguridad y Salud
- Cada una de estas unidades se estudia separadamente en el anexo correspondiente, al final del cual se incluirán las tablas de soluciones que se consideren necesarias.

2.10 NORMAS Y REFERENCIAS

2.10.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

En la redacción de este Trabajo se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación. A la vez se han incluido en los anexos correspondientes las normas que les afectan y que, en el caso de no figurar en la relación siguiente, se han tenido cuenta para el Trabajo y se tendrán en cuenta para la ejecución de aquellas partes que le afecten.

- Ordenanzas Municipales del Ayuntamiento de Ferrol, A Coruña.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red. PCT-C-REV - julio 2011.

- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Guía técnica de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del CTE.
- Recomendaciones UNESA.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Normas reglamentarias NIDE
- Norma UNE 157001 de Criterios Generales para la elaboración de proyectos.
- Reglamento de seguridad Contra Incendios, aprobado por Real Decreto 2267/2004.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones.
- Normas Particulares para las instalaciones de enlace en la suministro de energía eléctrica en baja tensión de GAS NATURA FENOSA.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. En especial se ha tenido en cuenta la instrucción ITC-BT-28, que hace mención a las “instalaciones en locales de Pública concurrencia”.
- Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión. (Resolución 30 de Julio de 1987, de la Consellería de Industria y Comercio).
- Normas particulares de GAS NATURAL FENOSA

- Normas C.I.E
- Ley y Reglamento de prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas Conectadas a Red (PCT) establecidas por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE) en Julio de 2011.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia
- Real Decreto. 1663/2000, de 29 de Septiembre, que establece las normas de conexión a red de baja tensión de instalaciones fotovoltaicas.
- Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares

para los trabajadores.

- Real Decreto 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1.215/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, publicado en el BOE nº 256, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001 de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 171/2004 sobre coordinación de actividades empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2.177/2004 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Normas UNE:
 - UNE 20-434-90: Sistema de designación de cables.
 - UNE-EN 20450-5-523. (Intensidad máxima admisible según la ITC-BT-19, apartado 2.2.3., p.3).
 - UNE 94002:2005, "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

- UNE 20-460-90 parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
- UNE 20-460-90 parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP): Aparamenta de baja tensión. Interruptores automáticos.
- EN-IEC 60 947-2:1996 (UNE – NP) anexo B: Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
- EN-IEC 60 947-3:1999: Aparamenta de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.
- EN-IEC 60 269-1 (UNE): Fusibles de baja tensión.
- EN 60 898 (UNE – NP): Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE 20460 – 7 – 712: 2006 Instalaciones eléctricas en edificios: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica.
- Norma UNE-HD 60364-5-52:2014
- Norma UNE-EN 50618 Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos
- UNE 149201:2008, "Dimensionamiento de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios".
- UNE 92202:1989, Materiales aislantes térmicos. Determinación de la conductividad térmica. Técnica del medidor de flujo de calor.
- UNE-EN 805:2000, Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes.
- UNE 94002:2005, "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética".

- UNE EN ISO 7200. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.
- UNE 1039. Dibujos Técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

A la vez que la aplicación de la anterior normativa, y de las reglas al uso, se han tenido en cuenta las pretensiones y posibilidades de la propiedad en todo aquello que ha sido posible.

2.10.2 Bibliografía

- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Autor José García Trasancos. Editorial Paraninfo. Este libro se ha empleado sobre todo para obtener formulas y métodos de cálculo.
- R.E.B.T. Editorial Paraninfo.
- Guía técnica Condiciones climáticas exteriores de proyecto, IDAE: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, redactada por la Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR) para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDEA): Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
- Guía técnica de ACS Junio 2010 de la IDAE
- Manual técnico de Climatización Invisible, de UPONOR, para instalación y normal del suelo radiante para calefacción.
- Manual de cálculo para instalaciones solares térmicas Junkers
- Catálogo de Interruptores automáticos y diferenciales perteneciente al catálogo electrónico de Schneider.
- Catálogo de conductores eléctricos perteneciente a RTC Cables.
- Catálogo de luminarias perteneciente a philips.
- Catálogo de A.C.S perteneciente a Salvador Escoda.
- Catálogo de tuberías PPR y accesorios perteneciente a BARBI.

- Aparamenta modular de baja tensión Acti 9 perteneciente a Schneider
- Catálogo sistemas de bombeo Kessel
- Catálogo de bombas Grundfos
- Catálogo para sistemas solares térmicos Promasol
- Catálogo para calderas de biomasa Forling
- Catálogo de sistemas solares fotovoltaicos Sumsol
- Catalogo Prysmian

2.10.3 Bibliografía digital

Se añaden los enlaces web a los que se ha hecho consulta para la realización del trabajo. Se omiten las páginas de donde solamente se han descargado los catálogos y guías técnicas, ya que se han descrito en el apartado anterior, es decir, solo se añaden las páginas web a las que se ha hecho consulta a mayores de las mencionadas anteriormente.

- <http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>
- <https://www.google.es/maps>
- <http://www.boe.es/>
- <http://www.certificadosenergeticos.com/>
- <http://www.aquaespana.org/>
- <http://www.passsa.com>
- <http://www.meteogalicia.gal>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>
- <http://www.aenor.es/aenor/inicio/home/home.asp>
- <http://www.codigotecnico.org/>
- <http://www.idae.es/>
- <http://es.goolzoom.com/>
- <http://ruc.udc.es/dspace/>
- <https://www.uponor.es/>
- <http://www.planeamentourbanistico.xunta.es/siotuga/inicio.php>

2.10.4 Programas Informáticos utilizados para elaborar el trabajo

En la redacción de este Trabajo se han utilizado las herramientas informáticas y programas de cálculo que se indican a continuación:

- MICROSOFT WORD 2016 como tratamiento de textos.
- MICROSOFT EXCEL 2016 para confección de tablas y cálculos.
- Adobe Acrobat 10 Pro para convertir documentos a pdf.
- AUTOCAD 2016 para el desarrollo gráfico.
- DIALUX 4.8 para los cálculos luminotécnicos interiores
- EMERLIGHT 2.0 para cálculos de iluminaciones de emergencia.
- CHEQ 4.2 para el dimensionamiento de la instalación solar térmica

2.11 OTRAS REFERENCIAS.

2.11.1 Instituciones y organismos implicados

Los organismos implicados para la aprobación del presente trabajo serán la Consellería de Industria y el Ayuntamiento de Ferrol.

2.11.2 Empresa suministradora de la energía eléctrica

El suministro eléctrico será realizado por la empresa GAS NATURAL FENOSA. La tensión de servicio por parte de esta es de 20kV en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz. El paso de tensión de 20 kV a 400V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple.

El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

2.12 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A todo lo largo del Trabajo se utilizan una serie de abreviaturas para simplificar la lectura. La primera vez que se utilice una abreviatura, se hará entre paréntesis siguiendo a la palabra que, en lo sucesivo, va a sustituir.

- CTE (Código Técnico de la Edificación)
- REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión)
- ITC (Instrucción Técnica Complementaria)
- ACS (Agua Caliente Sanitaria)
- DB (Documento Básico)

Otras muchas otras en cuyo caso en su primera utilización se pondrá entre paréntesis su significado

2.13. ANÁLISIS DE SOLUCIONES Y RESULTADOS FINALES

En el presente Trabajo, no es de interés indicar las distintas alternativas estudiadas, los caminos que se han seguido para llegar a ellas, las ventajas e inconvenientes de cada una y cuál es la solución elegida y su justificación.

La razón es que no hay elementos críticos que justifiquen la necesidad de dejar constancia escrita del análisis comparativo realizado con sus posibles soluciones.

2.14 ORDEN DE PRIORIDAD EN LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Trabajo el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001, sin más consideraciones, es decir:

1. PLANOS
2. PLIEGO DE CONDICIONES
3. PRESUPUESTO
4. MEMORIA

2.15 CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo del presente Trabajo se han expuesto los fundamentos que han servido de base para la realización del mismo.

Queda, a juicio de El Autor del Trabajo, suficientemente claro los detalles de ubicación, distribución, características de dimensiones, tipo de materiales y los procedimientos para llevar a cabo la obra.

Por todo lo expuesto anteriormente se estima que la puesta en marcha de esta actividad, con todos los elementos de producción descritos en el presente Trabajo, no producirá efectos perjudiciales ni molestia alguna, si las medidas correctoras que se proponen, resultan del grado de eficacia previstas.

Cumpliendo todas las normas legales sobre la materia, se estima que cuenta con los requisitos indispensables para que, por los Organismos correspondientes se le concediese la pertinente autorización para poder llevar a cabo el montaje de las instalaciones, entrar en servicio la actividad, y pudiese servir de base para la contratación y posterior ejecución de las obras.

Ferrol, Septiembre de 2017

El Autor

Fdo. Andrés Leirachá Martínez



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXOS

3 ANEXOS

3.1 Anexo I: Iluminación

3.2 Anexo II: Alumbrado de emergencia

3.3 Anexo III: Instalación de contra incendios

3.4 Anexo IV: Instalaciones eléctricas

3.5 Anexo V: Instalación de fontanería

3.6 Anexo VI: Instalación de saneamiento

3.7 Anexo VII: Instalación de A.C.S.

3.8 Anexo VIII: Instalación de ventilación

3.9 Anexo IX: Instalación de calefacción

3.10 Anexo X: Instalación geotérmica



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo I

ILUMINACIÓN

ÍNDICE ANEXO I: ILUMINACIÓN

3.1 ILUMINACIÓN	2
3.1.0 OBJETO DEL ANEXO	2
3.1.1 NORMATIVA.....	2
3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO	3
3.1.3 REQUISITOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN EN INTERIORES	3
3.1.3.1 Em, Ra y UGR.....	6
3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS INTERIORES UTILIZADAS.....	8
3.1.5 ALUMBRADO LOCAL COMERCIAL, SÓTANOS Y SERVICIOS COMUNES.....	12
3.1.5.1 Local comercial:	12
3.1.5.2 Portal, distribuidor sótano1 y 2 y distribuidor viviendas.....	17
3.1.5.3 Cuarto de instalaciones 3:.....	22
3.1.5.4 Garaje 1 y Garaje 2:.....	24
3.1.5.5 Cuartos de Instalaciones 1 y 2, RITS, cuarto de ventilación y RITI:	31
3.1.6 ALUMBRADO VIVIENDAS	34
3.1.6.1 Baño 1.....	35
3.1.6.2 Baño 2.....	38
3.1.6.3 Dormitorio 1	40
3.1.6.4 Dormitorio 2	43
3.1.6.5 Cocina.....	46
3.1.6.6 Tendedero	50
3.1.6.7 Salón - Comedor.....	53
3.1.6.8 Pasillo	56
3.1.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.....	58
3.1.7.1 Selección de las luminarias.....	58
3.1.7.2 Iluminación.....	58
3.1.7.2.1 Método de los lúmenes.....	58
3.1.7.3 Ejemplo ilustrativo.....	64

3.1 ILUMINACIÓN

3.1.0 OBJETO DEL ANEXO

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en las diferentes zonas interiores y exteriores del edificio conforme a la legislación vigente que le es de aplicación.

En este anexo también se indican cuáles son las características de las luminarias a utilizar, así como el número de ellas que habrá que disponer en cada local para alcanzar los niveles mínimos de iluminación exigidos. Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o similares

3.1.1 NORMATIVA

- Normas UNE EN 14464-1 “iluminación en zonas de trabajo interiores”
- Código Técnico de la Edificación (CTE), en concreto el Documento Básico HE, Sección HE3.
- Norma la UNE 41500 -2001 accesibilidad en la edificación y el urbanismo, normas de diseño.
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican el CTE DB SI aprobado por el R.D 314/2006, de 17 de marzo, y el R.D 1371/2007, de 19 de octubre (B.O.E 23/10/2007).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. 18 de Septiembre, número 224).
- Reglamentos y Normas sobre instalaciones eléctricas en Baja Tensión dictados por la Comunidad Autónoma correspondiente, si en su caso las hubiere.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1 995 del 8 de Noviembre de 1995 (B.O.E. de 10 de Noviembre de 1995).
- Instrucción Técnica Complementaria EA-02 “Eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior”.

3.1.2 MEMORIA DEL ALUMBRADO

Para realizar los cálculos se han usado los programas de cálculo DIALUX, para iluminación de interiores. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo (o los lúmenes), teniendo en cuenta la iluminancia de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona, así mismo se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria, y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

También cabe destacar que se seleccionaron aquellas luminarias que menor potencia consumían para respetar la normativa vigente y considerando el ahorro energético ahora exigido.

3.1.3 REQUISITOS NECESARIOS PARA LA INSTALACIÓN EN INTERIORES

Todos los cálculos de iluminación cumplirán con lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para los locales objeto de instalación en el trabajo realizado.

El Código Técnico de la Edificación, en el Documento Básico HE, Sección HE3, establece una serie de requisitos que se han de cumplir y los cuales se citan seguidamente:

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren los siguientes datos:

- Índice del local (K).
- Número de puntos considerados en el trabajo.
- Factor de mantenimiento (Fm).
- La iluminancia media horizontal mantenida (Em) obtenida.
- El índice de deslumbramiento unificado (UGR).

- Los índices de rendimiento de color (RA) de las lámparas utilizadas.
- El valor de la eficiencia energética de la instalación (VEEI).
- Las potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética será obtenida en (W/m²) por cada 100 lux mediante la fórmula:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.1.3.1)$$

Donde:

- P = Potencia total instalada de lámparas y equipos auxiliares (W).
- S = Superficie iluminada (m²).
- E_m = Iluminancia media horizontal (lux).

Los valores límite para la eficiencia energética en recintos interiores de un edificio se establecen en la siguiente tabla extraída del código técnico de la edificación. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no la iluminación de escaparate y zonas expositivas:

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 3.1.3.1 - Valores límite para la eficiencia energética.

Así mismo, los valores máximos de la potencia instalada teniendo en cuenta la potencia de lámparas y equipos auxiliares no superará los valores de la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m2]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 3.1.3.2 - Valores límite para la potencia máxima instalada.

Los valores de los niveles de iluminación recomendados para las viviendas serán los indicados en la siguiente tabla:

Niveles de iluminación recomendados

Nivel de iluminación lux	Características del espacio
20	Espacios exteriores.
50	Interiores visitados con poca frecuencia sin percepción de detalles.
100	Interiores visitados ocasionalmente con tareas visuales confinadas al movimiento y una pequeña percepción de detalles.
150	Interiores visitados ocasionalmente con tareas visuales requiriendo percepción de detalles o bien con riesgo para personas o productos.
200	Interiores continuamente ocupados, con tareas visuales sin percepción de detalles.
300	Interiores continuamente ocupados, con tareas visuales sencillas (detalles grandes o con contraste).
500-1 000	Interiores con tareas visuales difíciles, indispensable fina distinción de detalles.
>1 000	Interiores con actividades que exijan una distinción extremadamente fina o bajo condiciones de contraste extremadamente difíciles.

Tabla 3.1.3.3 – Iluminación recomendada

3.1.3.1 Em, Ra y UGR

Para el cálculo de Em, UGR o Uo tendremos en cuenta lo establecido en las normas UNE referentes a los cálculos de iluminación, concretamente en la norma UNE-EN 12464-1 2012 LUGARES DE TRABAJO EN INTERIORES.

El **Em**, o índice de iluminación mantenida indica el nivel de iluminación medio mínimo del local.

El **Ra** o índice de reproducción cromática, indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa, teniendo en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

Ra < 60	Pobre
60 < Ra < 80	Bueno
80 < Ra < 90	Muy bueno
Ra > 90	Excelente

Tabla 3.1.3.3 - Calificación del Ra (índice de reproducción cromática)

El **UGR** ó índice de deslumbramiento unificado indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de la óptica y a la posición de las lámparas de modo que los valores de referencia para un local serán valores máximos, que no deberán ser sobrepasados.

Las UGR, E_m , R_a y U_o límite que aplicaremos para la instalación de luminarias en los 2 sótanos, local comercial y zonas comunes, serán las determinadas en la siguiente tabla sacadas de la norma UNE-EN 12464:

Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Requisitos específicos
Área de ventas	300	22	0,40	80	
Área de cajas	500	19	0,60	80	
Mesa de envolver	500	19	0,60	80	
Pasillos	100	25	0,40	80	Durante la noche son aceptables niveles inferiores
Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,40	60	200 lx si está ocupado de forma continua
Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminancia al nivel del suelo • R_a y UGR similares a áreas adyacentes • 150 lx si hay vehículos en el recorrido • El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre el interior y el exterior de día o de noche • Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento del conductor y los peatones
Escaleras, escaleras automáticas, cintas transportadoras	100	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones

Rampas de acceso/salida (durante la noche)	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
Carriles de circulación	75	25	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad
Áreas de aparcamiento	75	–	0,40	40	1. Iluminancias a nivel del suelo 2. Se deben reconocer los colores de seguridad 3. Una elevada iluminancia vertical aumenta el reconocimiento de las caras de las personas y, por ello, la sensación de seguridad

Tabla 3.1.3.4 - Requisitos de iluminación en función del establecimiento

3.1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS LUMINARIAS INTERIORES UTILIZADAS: En este apartado se resumen las luminarias que se instalarán en cada local, indicando la iluminancia requerida y el número y tipo de luminarias seleccionadas.

Distribuidores y portales:

La luminaria seleccionada es la siguiente: **PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10:**

PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1300 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1300 lm
Potencia de las luminarias: 11.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 76 92 98 100 100
Lámpara: 1 x LED10S/840/- (Factor de corrección 1.000).

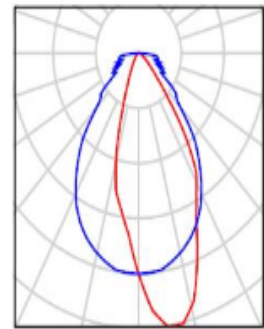
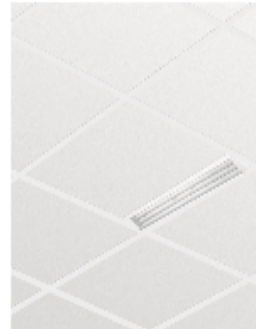


Imagen 3.1.4.1 - Luminaria pasillo, distribuidores y portales

Local comercial:

El tipo de luminaria instalada en esta zona se trata de **PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO.**

PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 3500 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 3500 lm
Potencia de las luminarias: 36.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 68 93 98 100 100
Lámpara: 1 x LED35S/840/- (Factor de corrección 1.000).

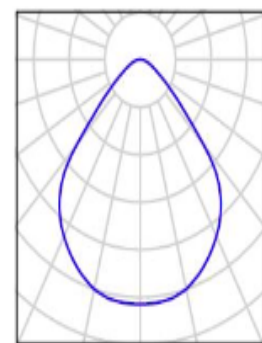


Imagen 3.1.4.2 - luminaria local comercial

La luminaria LED empotrable DayZone proporciona una iluminación funcional de gran calidad con un nivel de eficiencia energética equiparable al de los sistemas fluorescentes tradicionales. La naturaleza innovadora de la tecnología LED posibilita sustituir la iluminación mediante fluorescencia y proyectar espacios que susciten sensaciones nuevas, tanto por su aspecto como por sus posibilidades de regulación. Se ha tenido en cuenta que el control del

deslumbramiento y la reproducción y uniformidad cromática cumplan los requerimientos de las normas de alumbrado.

Cuartos de Instalaciones, RITS, cuarto de ventilación y RITI, trasteros y garajes:

En estas estancias hemos escogido una luminaria de altas prestaciones a prueba de impactos, estanca y evita la penetración del polvo. Aplicadas principalmente en ambientes

húmedos y polvorientos principalmente riales, almacenes y cadenas de montaje. **PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600:**

PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1800 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1800 lm

Potencia de las luminarias: 19.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 97

Código CIE Flux: 48 81 95 97 100

Lámpara: 1 x LED18S/840/- (Factor de corrección 1.000).

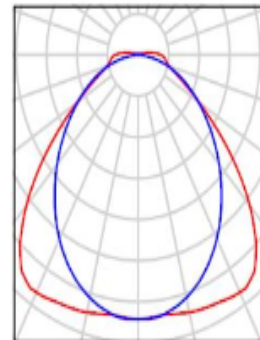


Imagen 3.1.4.3 - luminaria locales especiales

La nueva gama de productos LED CoreLine Estanca se puede usar para sustituir las luminarias estancas tradicionales con lámparas fluorescentes, con fácil instalación y mínimo mantenimiento.

Cuartos de baño en viviendas:

La luminaria seleccionada es la siguiente: **Philips DN125B D187 1XLED10S/840 LED:**

PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 1000 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 1000 lm

Potencia de las luminarias: 13.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 59 90 98 100 100

Lámpara: 1 x LED10S/840/- (Factor de corrección 1.000).

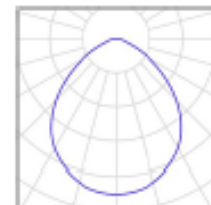


Imagen 3.1.4.1 - Iluminaria cuartos de baño

Es una luminaria de altas prestaciones a prueba de impactos, estanca y evita la penetración del polvo.

Aplicadas principalmente en ambientes húmedos y polvorientos principalmente zonas de aseo.

Descripción:

DN125B es una luminaria funcional y económica de montaje adosado para lámparas Led de montaje individual o en configuración lineal. Consta de difusor en policarbonato y está protegida a prueba de impactos, vandalismo, polvo y humedad.

Dormitorios, cocina, salón, comedor, pasillo, tendedero y cuartos lavadora en viviendas:

La luminaria es la siguiente: **Philips DN450B 1xDlm2000/830 LED:**

PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2000 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2000 lm
Potencia de las luminarias: 27.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 78 99 100 100 100
Lámpara: 1 x DLM2000/830/- (Factor de corrección 1.000).

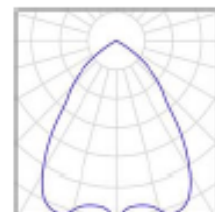


Imagen 3.1.4.1 - Iluminaria en vivienda

El diseño moderno y funcional de Megalux, junto a la calidad y robustez de sus materiales.

Descripción:

La DN450B con tecnología LED para iluminación de acento en todo tipo de aplicaciones de interior. Permite sustituir una lámpara halógena dicróica (12V 27W) con el consiguiente ahorro de energía (más de 65%).

3.1.5 ALUMBRADO LOCAL COMERCIAL, SÓTANOS Y SERVICIOS COMUNES.

A continuación se resumen las luminarias que se instalarán en cada local o zona, indicando la iluminancia requerida y el número y tipo de luminarias seleccionadas.

Hemos de apuntar que para TODOS los valores de **Uo**, se ha aplicado el cumplimiento de la normativa sobre la superficie de trabajo y no para todo el local o estancia.

3.1.5.1 Local comercial:



Figura 3.1.5.1.1 - Local comercial parte 1



Figura 3.1.5.1.2 - Local comercial parte 2

El nivel mínimo de iluminación medio para este local es de 300 lux para el área de ventas y de 500 lux en la zona de cajas según la norma UNE, con lo cual, hemos estimado una luminancia media en todo el local de 400 lux; el UGR debe ser menor de 19, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 ($\text{Watt} \cdot 100 / \text{m}^2 \cdot \text{lux}$). Para ello instalaremos 61 luminarias PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO, obteniendo los siguientes resultados:

- RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En la siguiente tabla podemos ver que sobrepasamos los 400 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	500	193	599	0.386
Suelo	49	490	239	578	0.487
Techo	70	241	164	359	0.677
Paredes (23)	77	291	160	854	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 3.1.5.1.1 - Distribución del flujo luminoso parte 1

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	446	161	626	0.360
Suelo	49	416	219	553	0.527
Techo	70	201	143	252	0.714
Paredes (12)	77	253	145	505	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

Tabla 3.1.5.1.2 - Distribución del flujo luminoso parte 2

Las luminarias irán empotradas en falso techo con conductor de protección.

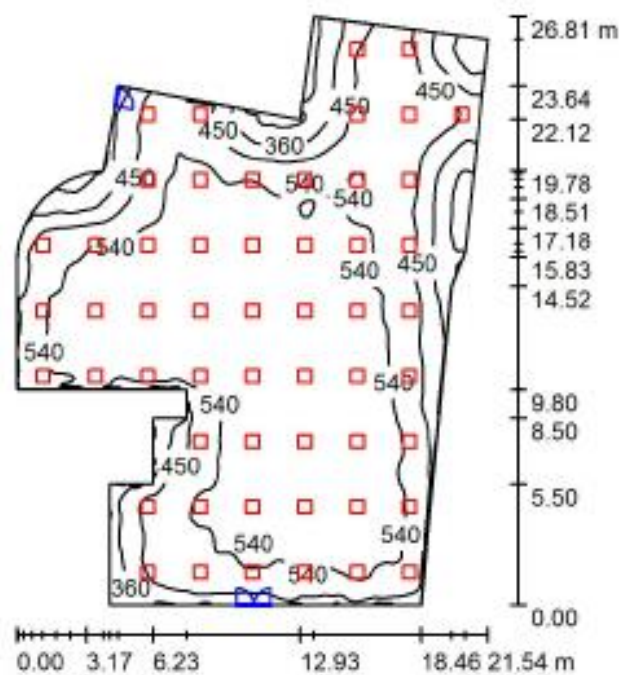


Figura 3.1.5.1.3 - Distribución de luminarias parte 1

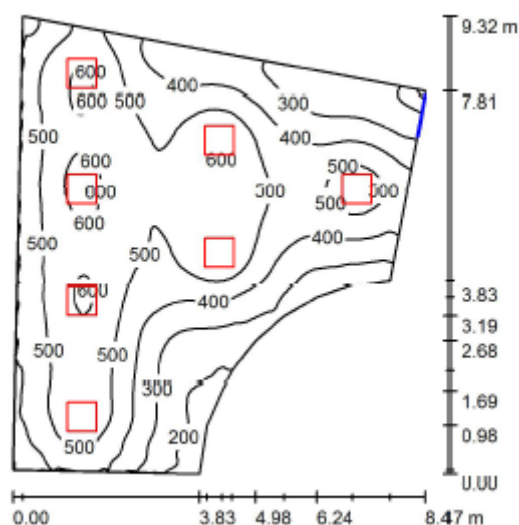


Figura 3.1.5.1.4 - Distribución de luminarias parte 2

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia BBS560 de Philips, o equivalente, con un Ra>80.

El valor de eficiencia energética VEEI cumple holgadamente como se demuestra en la siguiente tabla:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	54	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (Tipo 1)* (1.000)	3500	3500	37.0

Valor de eficiencia energética: $4.87 \text{ W/m}^2 = 0.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 410.35 m^2)

Tabla 3.1.5.1.3 - Valor de eficiencia energética parte 1

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO (Tipo 1)* (1.000)	3500	3500	37.0

Valor de eficiencia energética: $4.66 \text{ W/m}^2 = 1.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.57 m^2)

Tabla 3.1.5.1.4 - Valor de eficiencia energética parte 2

- VALORES UGR:**

En el grafico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 13 para la parte 1 y 15 para la parte 2 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

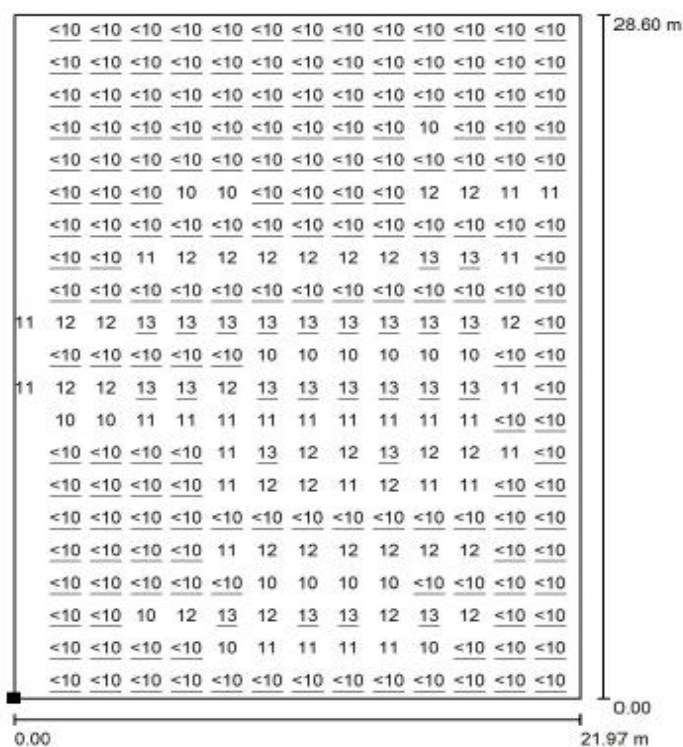


Tabla 3.1.5.1.5 - Valores de superficie UGR parte 1

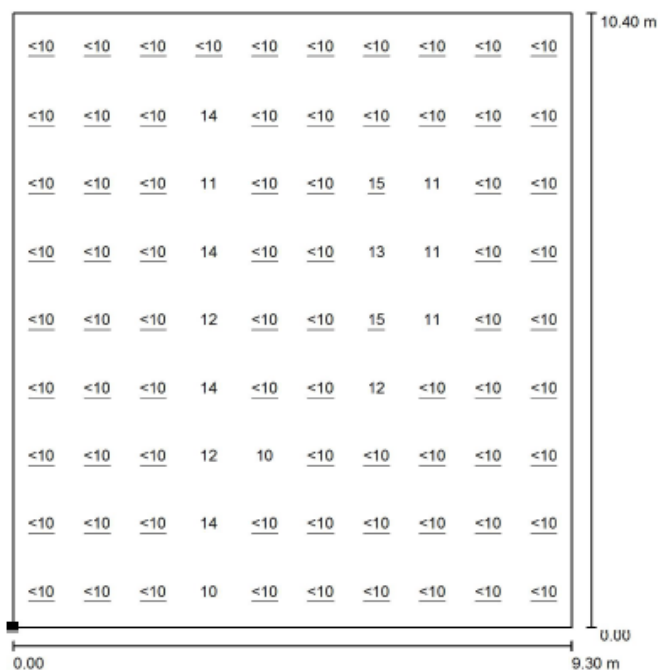


Tabla 3.1.5.1.6 - Valores de superficie UGR parte 2

3.1.5.2 Portal, distribuidor sótano1 y 2 y distribuidor viviendas.



Figura 3.1.5.3.1 - Portal



Figura 3.1.5.3.2 – Distribuidor viviendas

Los distribuidores de los sótanos y de las viviendas tienen una estructura similar con el mismo

tipo de luminarias seleccionado para su instalación, dicho lo cual, podemos realizar solamente la descripción de uno de ellos considerando que los otros van a tener unas características casi idénticas.

El nivel mínimo de iluminación medio para estas zonas es de 100 lux según la norma UNE, el UGR debe ser menor de 28, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 4 luminarias PHILIPS RC300B L 600 1xLED10S/840 P10, en la zona del portal del edificio; en el distribuidor correspondiente a las viviendas instalaremos 2 luminarias del tipo PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 obteniendo los siguientes resultados:

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil de ambos pasillos, portal y planta primera respectivamente:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	239	75	427	0.313
Suelo	63	195	88	280	0.449
Techo	77	96	62	118	0.643
Paredes (6)	77	130	60	355	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 32 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.3.1 - Distribución de flujo luminoso portal

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	239	75	427	0.313
Suelo	63	195	88	280	0.449
Techo	77	96	62	118	0.643
Paredes (6)	77	130	60	355	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 32 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.3.2 - Distribución de flujo luminoso distribuidores viviendas

Las luminarias serán downlight instaladas en falso techo con conductor de protección

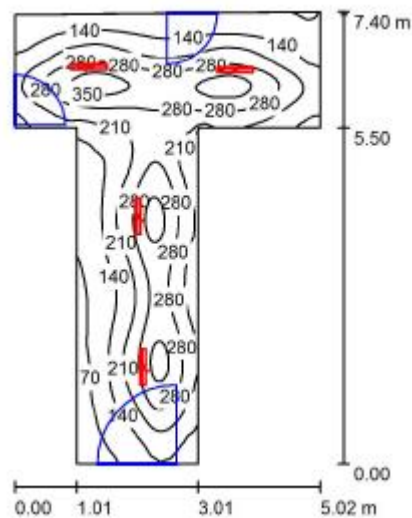


Figura 3.1.5.3.3 - Distribución de luminarias portal

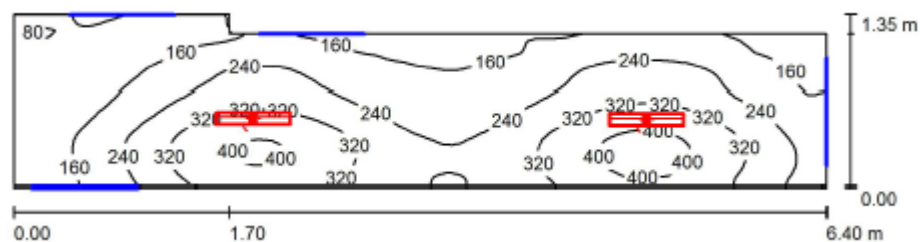


Tabla 3.1.5.3.1 - Distribución de luminarias distribuidores viviendas

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 40, de modo que seleccionamos una lámparas de la familia RC300B L600 1xLED10S/840 P10 y de Philips, o equivalentes, con un $R_a > 40$.

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en la siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS RC300B L800 1xLED10S/840 P10 (Tipo 1)* (1.000)	1300	1300	12.0

Valor de eficiencia energética: $2.35 \text{ W/m}^2 = 1.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 20.40 m^2)

Tabla 3.1.5.3.3 - Valor de la eficiencia energética portal

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS RC300B L800 1xLED10S/840 P10 (Tipo 1)* (1.000)	1300	1300	12.0

Valor de eficiencia energética: $3.02 \text{ W/m}^2 = 1.26 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.94 m^2)

Tabla 3.1.5.3.4 - Valor de la eficiencia energética distribuidor viviendas

▪ VALORES UGR:

En el grafico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 22 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:



Tabla 3.1.5.3.5 - Valor de superficie UGR portal

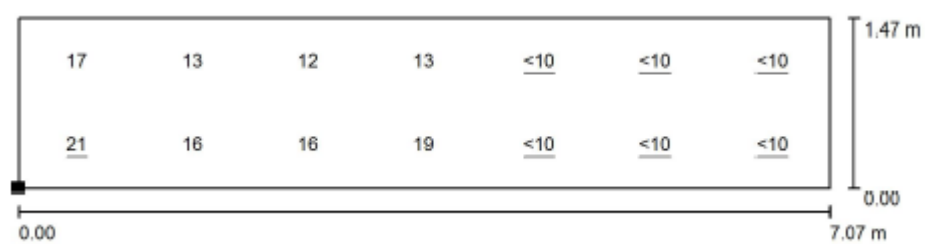


Tabla 3.1.5.3.6 - Valor de superficie UGR distribuidor viviendas

3.1.5.3 Cuarto de instalaciones 3:



Figura 3.1.5.3.1 – Cuarto de instalaciones 3

El nivel mínimo de iluminación medio para este local es de 200 lux según la norma UNE, el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 8 luminarias PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600, obteniendo los siguientes resultados:

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En la siguiente tabla podemos ver que sobrepasamos los 200 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	310	227	358	0.733
Suelo	49	273	205	315	0.748
Techo	70	158	132	199	0.847
Paredes (4)	68	230	148	504	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.3.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en la siguiente tabla:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L800 (1.000)	1800	1800	19.0
Total:			14400	14400	152.0

Valor de eficiencia energética: $4.41 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.47 m^2)

Tabla 3.1.5.3.2 - Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán montadas adosadas sobre falso techo, serán estancas y llevarán conductor de protección. Su distribución se aprecia perfectamente en la Figura 3.1.5.4.1.

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 60, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia WT120C de Philips, o equivalente, con un $R_a > 60$.

▪ VALORES UGR:

En el grafico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 19 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

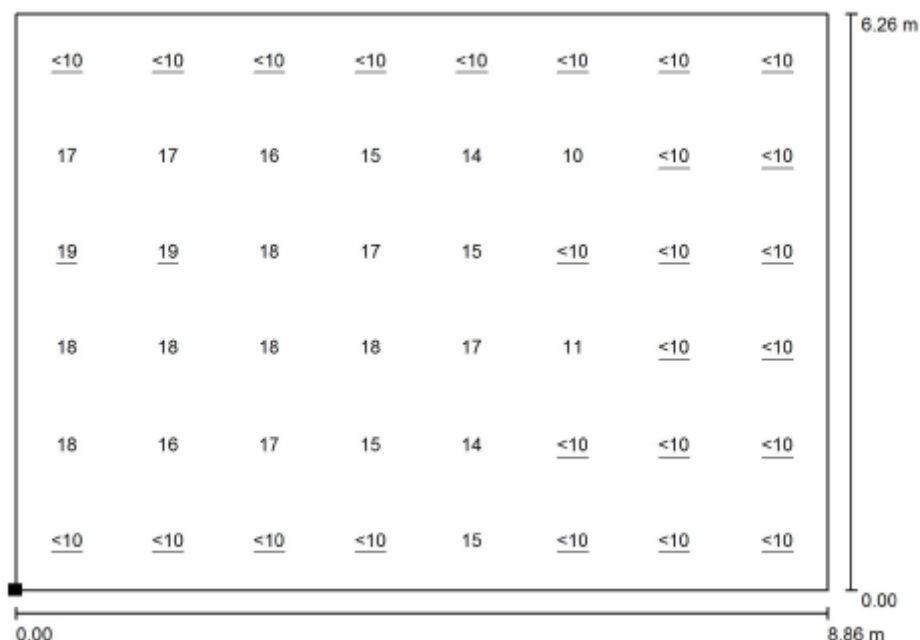


Tabla 3.1.5.3.3 - Valor de la superficie UGR.

3.1.5.4 Garaje 1 y Garaje 2:



Figura 3.1.5.4.1 – Garaje parte 1



Figura 3.1.5.4.2 – Garaje parte 2



Figura 3.1.5.4.3 – Garaje parte 3

Dichos Garajes tienen una estructura similar con el mismo tipo de luminarias seleccionado para su instalación, dicho lo cual, podemos realizar solamente la descripción de uno de ellos considerando que los otros van a tener unas características casi idénticas.

El nivel mínimo de iluminación medio para el garaje es de 75 lux tanto para la rampa de acceso, como para la zona de circulación y aparcamiento según la norma UNE; el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 27 luminarias PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600, obteniendo los siguientes resultados:

- RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 75 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	89	20	127	0.222
Suelo	49	85	31	108	0.363
Techo	70	43	23	94	0.526
Paredes (17)	68	57	30	301	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.4.1 - Distribución del flujo luminoso parte 1

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	92	41	149	0.444
Suelo	49	82	49	119	0.593
Techo	70	46	31	219	0.662
Paredes (36)	68	68	34	1101	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.4.2 - Distribución del flujo luminoso parte 2

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	138	41	212	0.295
Suelo	49	120	38	168	0.317
Techo	70	108	30	199	0.280
Paredes (10)	68	135	30	602	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	64 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.4.3 - Distribución del flujo luminoso parte 3

Las luminarias irán montadas adosadas sobre falso techo, serán estancas para protegerlas de la humedad y partículas de polvo y llevarán conductor de protección.

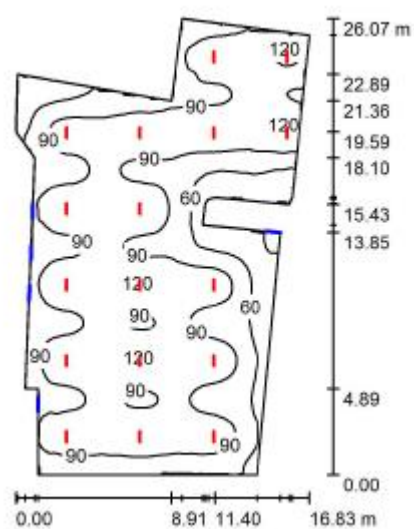


Figura 3.1.5.4.4 - Distribución de luminarias parte 1

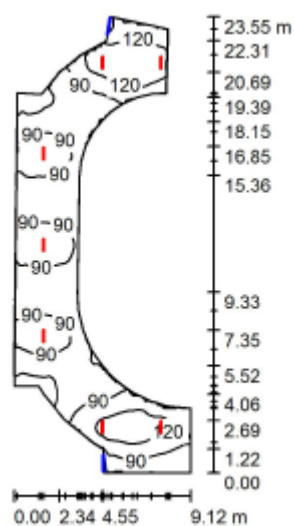


Figura 3.1.5.4.5 - Distribución de luminarias parte 2

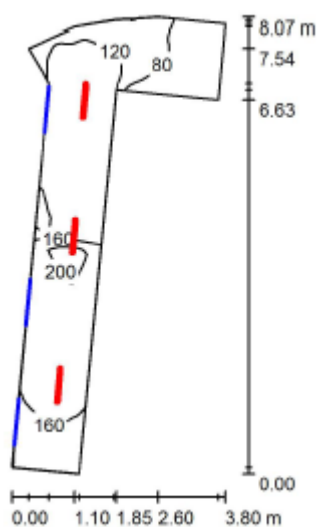


Figura 3.1.5.4.6 - Distribución de luminarias parte 3

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia WT120C de Philips, o equivalente, con un $R_a > 80$.

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en la siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	17	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L800 (1.000)	1800	1800	19.0
Total:			30600	30600	323.0

Valor de eficiencia energética: $0.97 \text{ W/m}^2 = 1.09 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 333.83 m^2)

Tabla 3.1.5.4.4 - Valor de la eficiencia energética parte 1

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	7	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L800 (1.000)	1800	1800	19.0
Total:			12600	12600	133.0

Valor de eficiencia energética: $1.37 \text{ W/m}^2 = 1.48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 96.93 m^2)

Tabla 3.1.5.4.5 - Valor de la eficiencia energética parte 2

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L800 (1.000)	1800	1800	19.0
Total:			5400	5400	57.0

Tabla 3.1.5.4.6 - Valor de la eficiencia energética parte 3

■ VALORES UGR:

En el grafico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 20 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

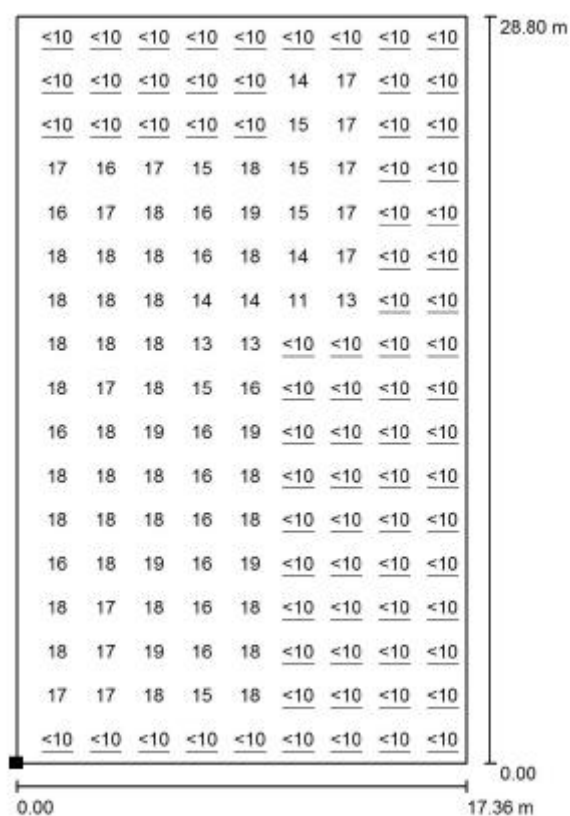


Tabla 3.1.5.4.7 - Distribución de superficie UGR parte 1

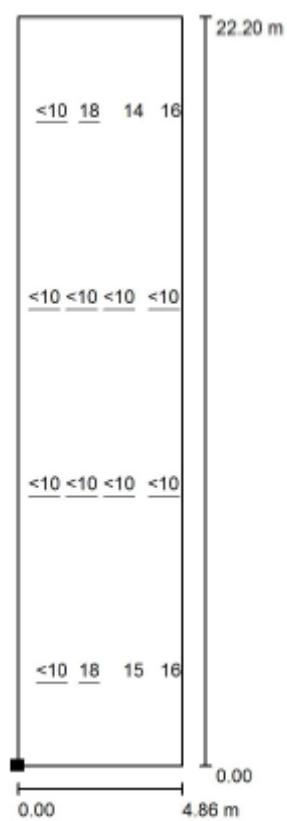


Tabla 3.1.5.4.8 - Distribución de superficie UGR parte 2

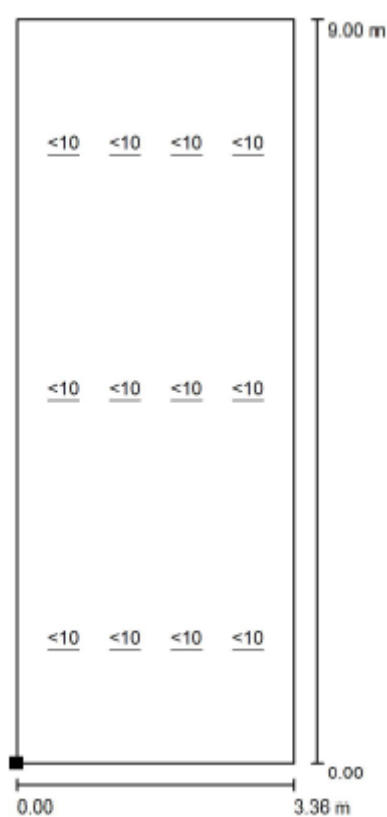


Tabla 3.1.5.4.9 - Distribución de superficie UGR parte 3

3.1.5.5 Cuartos de Instalaciones 1 y 2, RITS, cuarto de ventilación y RITI:

Dichos establecimientos tienen una estructura similar con el mismo tipo de luminarias seleccionado para su instalación, dicho lo cual, podemos realizar solamente la descripción de uno de ellos considerando que los otros van a tener unas características casi idénticas.



Figura 3.1.5.5.1 – Cuarto de instalaciones 1

El nivel mínimo de iluminación medio para este local es de 100 lux según la norma UNE, el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 ($\text{Watt} \cdot 100 / \text{m}^2 \cdot \text{lux}$). Para ello instalaremos 3 luminarias PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600, obteniendo los siguientes resultados:

- RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En la siguiente tabla podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil y la única luminaria dispuesta en esta estancia:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	233	108	296	0.463
Suelo	49	178	96	207	0.539
Techo	70	150	98	209	0.655
Paredes (8)	85	172	77	404	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	64 x 64 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.5.5.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en la siguiente tabla:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L800 (1.000)	1800	1800	19.0
			Total: 1800	Total: 1800	19.0

Valor de eficiencia energética: $3.94 \text{ W/m}^2 = 1.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.83 m^2)

Tabla 3.1.5.5.2 - Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán montadas adosadas sobre falso techo, serán estancas para la protección contra polvo y humedades y llevarán conductor de protección.

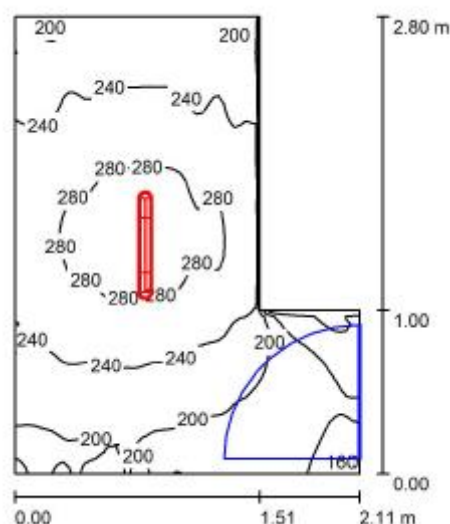


Figura 3.1.5.5.2 - Distribución luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 60, de modo que

seleccionamos una lámpara de la familia WT120C de Philips, o equivalente, con un $Ra > 60$.

▪ VALORES UGR:

En el grafico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 13 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

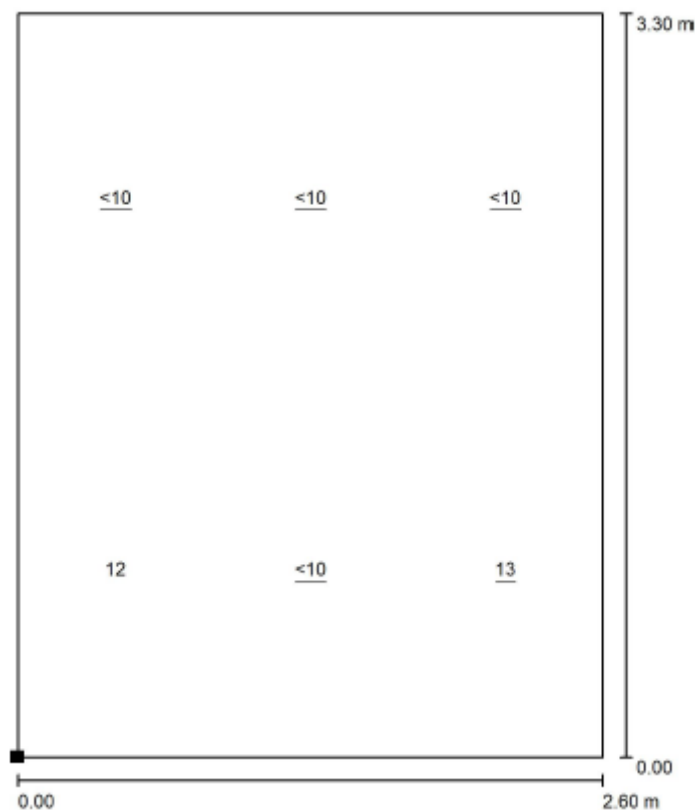


Tabla 3.1.5.5.3 - Valor de superficie UGR.

3.1.6 ALUMBRADO VIVIENDAS

A continuación se resumen las luminarias que se instalarán en cada local o zona, indicando la iluminancia requerida y el número y tipo de luminarias seleccionado.

Hemos de apuntar que para TODOS los valores de U_o , se ha aplicado el cumplimiento de la normativa sobre la superficie de trabajo y no para todo el local o estancia.

Todos los locales de las viviendas tienen una estructura similar con el mismo tipo de luminarias seleccionado para su instalación, dicho lo cual, podemos realizar solamente la descripción de la vivienda A considerando que las otras van a tener unas características casi idénticas.

3.1.6.1 Baño 1



Figura 3.1.6.1.1 – Baño 1

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 100 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 ($\text{Watt} \cdot 100/\text{m}^2 \cdot \text{lux}$). Para ello instalaremos 2 luminarias PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840

- RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	192	50	233	0.258
Suelo	67	104	0.95	174	0.009
Techo	85	87	64	99	0.744
Paredes (4)	61	125	3.02	238	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m

Trama: 32 x 32 Puntos

Zona marginal: 0.000 m

Tabla 3.1.6.1.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840 (1.000)	1000	1000	13.0
			Total: 2000	Total: 2000	26.0

Valor de eficiencia energética: $5.46 \text{ W/m}^2 = 2.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.76 m^2)

Tabla 3.1.6.1.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias serán downlight e irán adosadas al techo con su correspondiente conductor de protección.

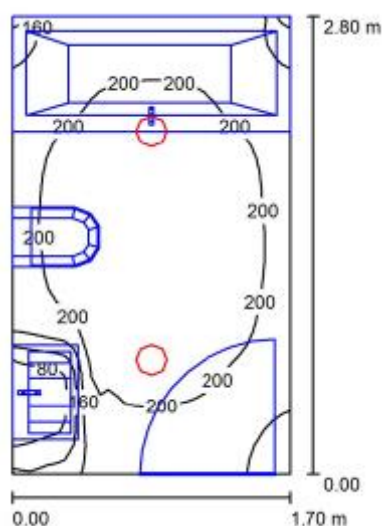


Figura 3.1.6.1.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

▪ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 17 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

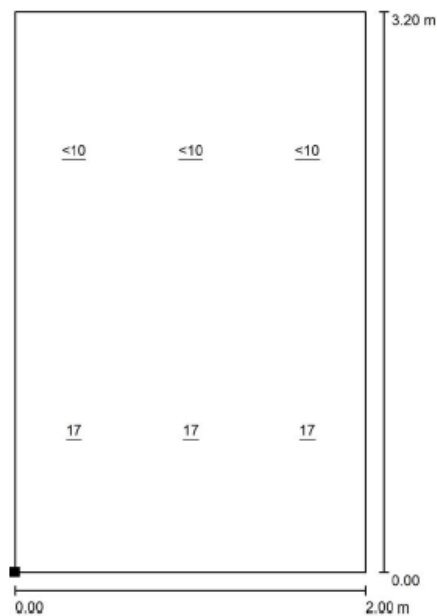


Tabla 3.1.6.1.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.2 Baño 2



Figura 3.1.6.2.1 – Baño 2

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 100 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 1 luminaria PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	110	31	146	0.279
Suelo	67	56	1.10	89	0.020
Techo	85	48	36	56	0.760
Paredes (4)	61	70	2.28	181	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	32 x 32 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.2.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840 (1.000)	1000	1000	13.0
Total:			1000	1000	13.0

Valor de eficiencia energética: $3.30 \text{ W/m}^2 = 2.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.94 m^2)

Tabla 3.1.6.2.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias serán downlight e irán adosadas al techo con su correspondiente conductor de protección.

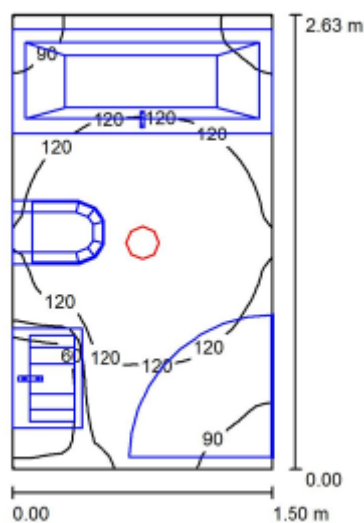


Figura 3.1.6.2.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

■ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es menor que 10 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

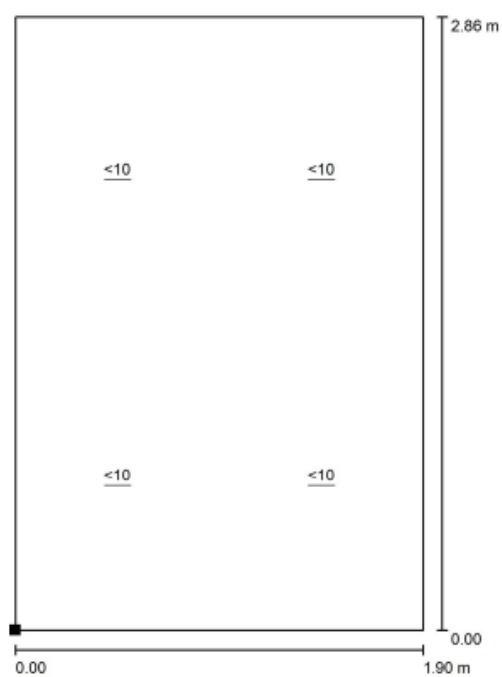


Tabla 3.1.6.2.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.3 Dormitorio 1



Figura 3.1.6.3.1 – Dormitorio 1

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 300 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 2 luminarias PHILIPS DN450B 1Xd1m 2000/830.

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 300 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	350	118	510	0.331
Suelo	61	171	4.07	376	0.024
Techo	77	145	100	172	0.687
Paredes (8)	77	154	2.32	410	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.3.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
			Total: 4000	Total: 4000	54.0

Valor de eficiencia energética: $5.22 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 10.34 m^2)

Tabla 3.1.6.3.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir del factor de potencia a 0,9.

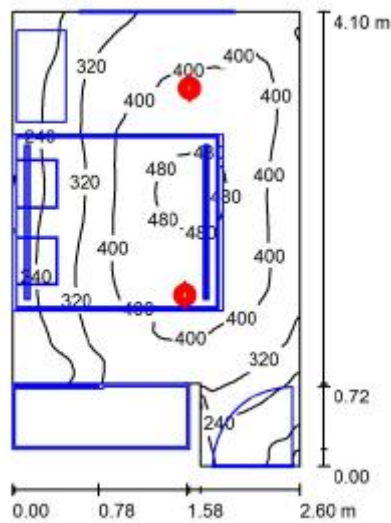


Figura 3.1.6.3.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

- VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 20 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

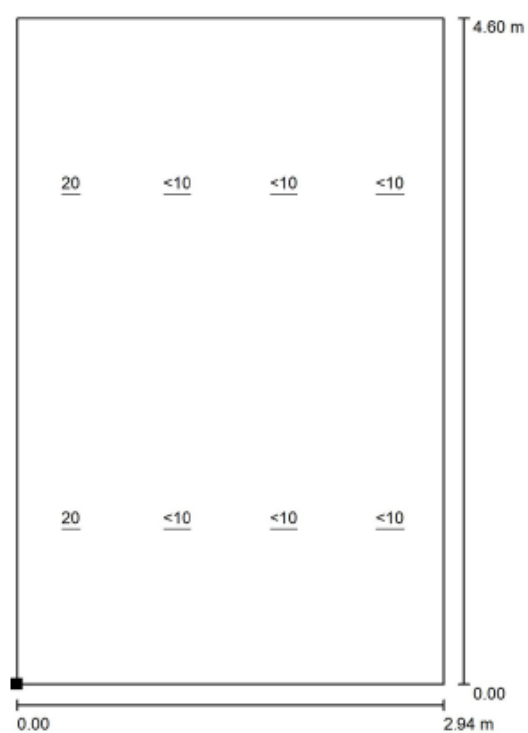


Tabla 3.1.6.3.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.4 Dormitorio 2



Figura 3.1.6.4.1 – Dormitorio 2

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 300 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 3 luminarias PHILIPS DN450B 1XdIm 2000/830.

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 300 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	377	19	577	0.051
Suelo	61	236	4.42	432	0.019
Techo	77	154	98	225	0.637
Paredes (12)	77	170	2.57	712	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.4.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
			Total: 6000	Total: 6000	81.0

Valor de eficiencia energética: $6.08 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 13.33 m^2)

Tabla 3.1.6.4.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir del factor de potencia a 0,9.

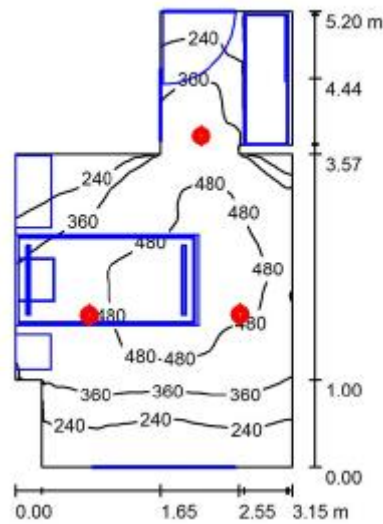


Figura 3.1.6.4.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

▪ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 19 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

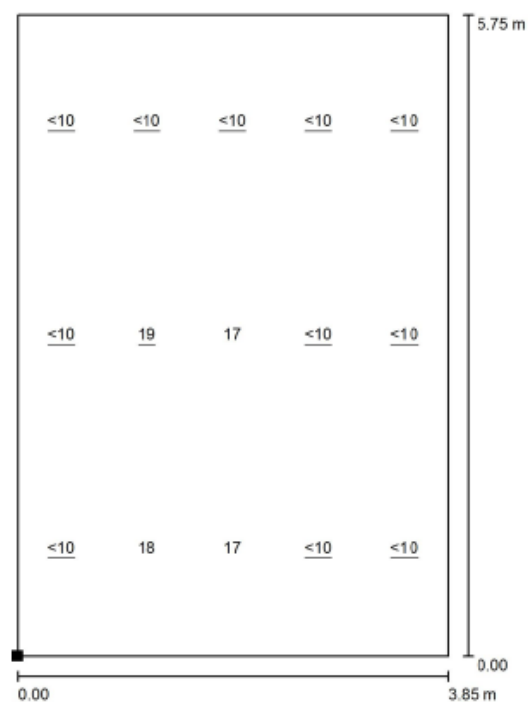


Tabla 3.1.6.4.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.5 Cocina



Figura 3.1.6.5.1 – Cocina

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 500 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 3 luminarias PHILIPS DN450B 1XdIm 2000/830.

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 500 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	514	255	678	0.495
Suelo	61	302	4.50	474	0.015
Techo	77	176	131	224	0.746
Paredes (10)	77	202	1.67	550	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.5.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
			Total: 6000	Total: 6000	81.0

Valor de eficiencia energética: 9.13 W/m² = 1.77 W/m²/100 lx (Base: 8.87 m²)

Tabla 3.1.6.5.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir del factor de potencia a 0,9.

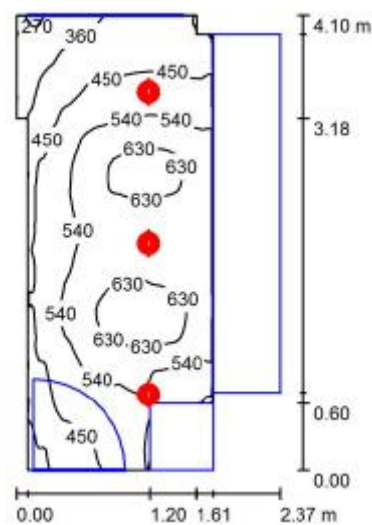


Figura 3.1.6.5.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

- VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es de 20 por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

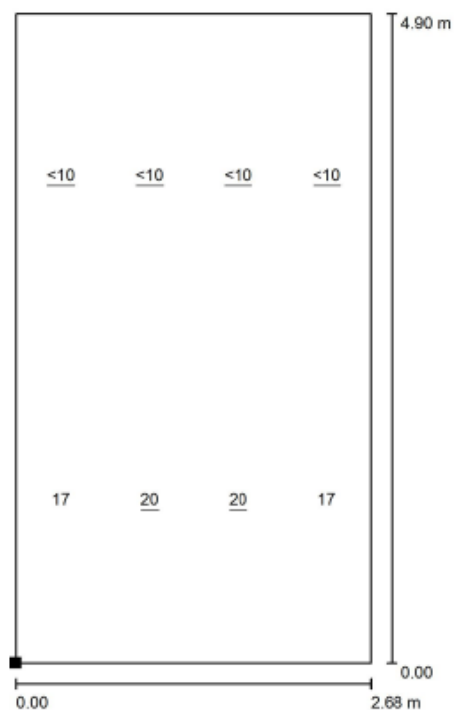


Tabla 3.1.6.5.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.6 Tendedero



Figura 3.1.6.6.1 – Tendedero

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 100 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 1 luminaria PHILIPS DN450B 1Xd1m 2000/830.

- RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	467	353	532	0.756
Suelo	61	316	290	371	0.918
Techo	77	209	163	234	0.780
Paredes (4)	77	301	161	690	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	32 x 32 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.6.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
			Total: 2000	Total: 2000	27.0

Tabla 3.1.6.6.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir del factor de potencia a 0,9.

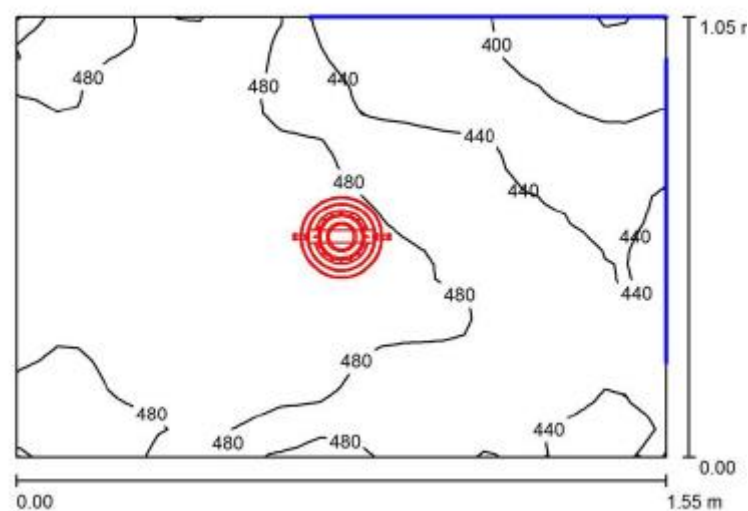


Figura 3.1.6.6.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

▪ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es menor que 10, por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

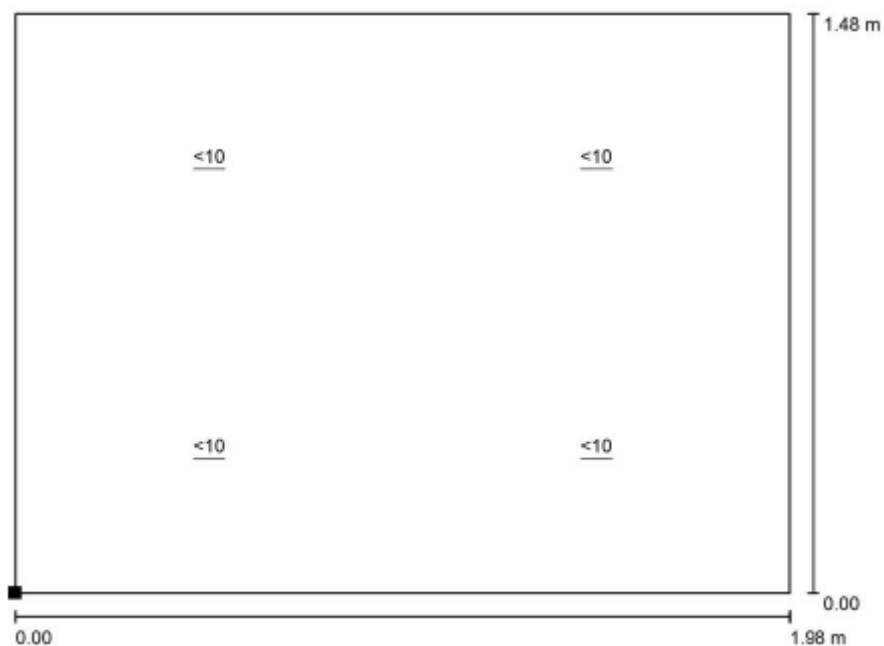


Tabla 3.1.6.6.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.7 Salón - Comedor



Figura 3.1.6.7.1 – Salón - Comedor

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 200 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 4 luminarias PHILIPS DN450B 1Xdlm 2000/830.

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 200 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	406	221	569	0.544
Suelo	61	250	7.35	416	0.029
Techo	77	158	124	184	0.783
Paredes (6)	77	190	7.36	321	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 128 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.7.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
			Total: 8000	Total: 8000	108.0

Valor de eficiencia energética: $6.11 \text{ W/m}^2 = 1.50 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 17.68 m^2)

Tabla 3.1.6.7.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir el factor de potencia a 0,9.

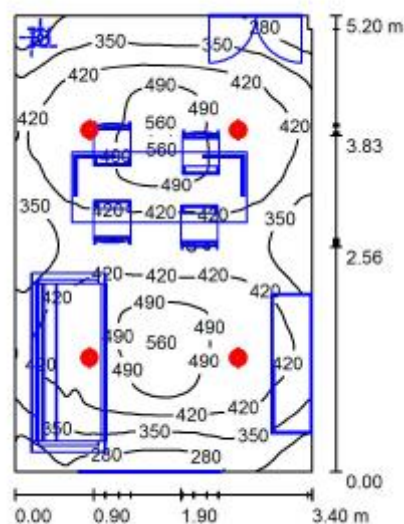


Figura 3.1.6.7.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

■ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es 21, por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

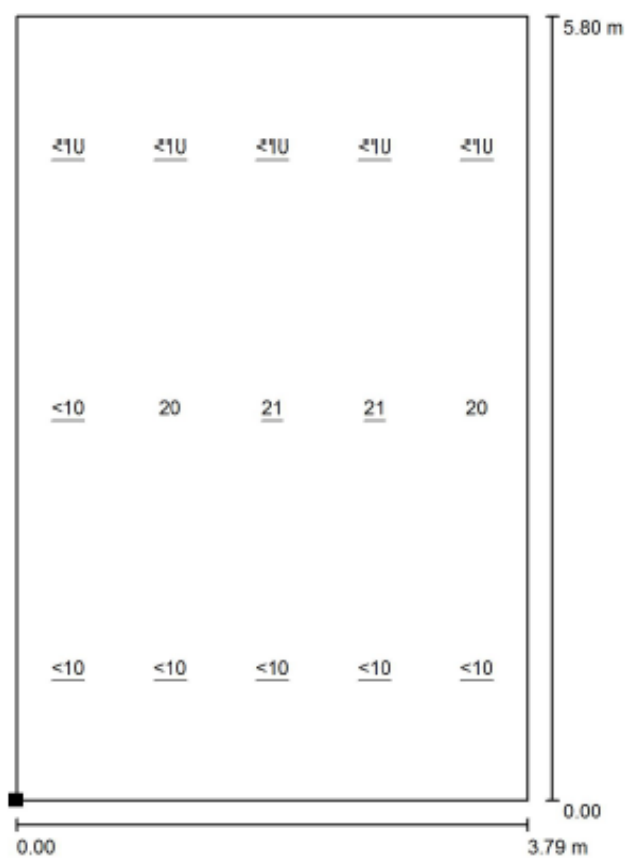


Tabla 3.1.6.7.3 - Valores de superficie UGR

3.1.6.8 Pasillo



Figura 3.1.6.8.1 – Pasillo

El nivel mínimo de iluminación medio para los aseos es de 100 lux según la norma UNE y el UGR debe ser menor de 25, y el valor de la eficiencia energética debe ser inferior a 3 (Watt*100/m²*lux). Para ello instalaremos 2 luminarias PHILIPS DN450B 1Xd1m 2000/830.

▪ RESUMEN DE VALORES LUMINOTÉCNICOS:

En las siguientes tablas podemos ver que sobrepasamos los 100 lux medidos en el plano útil:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	339	154	470	0.454
Suelo	61	265	179	331	0.677
Techo	77	146	101	201	0.695
Paredes (6)	77	201	100	775	/
Plano útil:					
Altura:	0.850 m				
Trama:	128 x 64 Puntos				
Zona marginal:	0.000 m				

Tabla 3.1.6.8.1 - Distribución del flujo luminoso

El valor de eficiencia energética VEEI cumple como se demuestra en las siguientes tablas:

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830 (1.000)	2000	2000	27.0
Total:			4000	4000	54.0

Valor de eficiencia energética: $7.28 \text{ W/m}^2 = 2.14 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 7.43 m^2)

Tabla 3.1.6.8.2 – Valor de la eficiencia energética

Las luminarias irán empotradas en falso techo, llevarán conductor de protección, y dispondrán de un condensador para corregir el factor de potencia a 0,9.

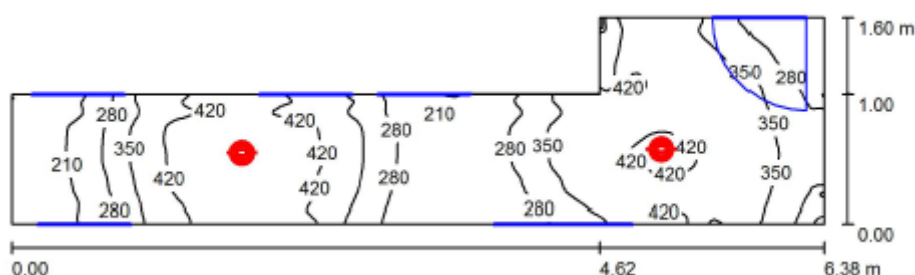


Figura 3.1.6.8.2 - Distribución de luminarias

El valor exigido de Ra en función del índice cromático de la luminaria es de 80, de modo que seleccionamos una lámpara de la familia DN125B D187 de Philips, o equivalente, con un $Ra > 80$.

■ VALORES UGR:

En el gráfico podemos ver los distintos valores de la UGR del local. Donde el valor máximo de reflexión es 20, por lo tanto cumplimos la exigencia marcada por el valor máximo mencionado al principio:

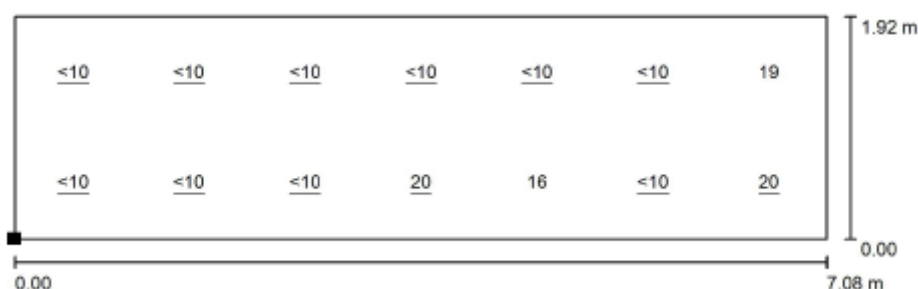


Tabla 3.1.6.8.3 - Valores de superficie UGR

3.1.7 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS.

3.1.7.1 Selección de las luminarias.

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, dependiendo del nivel de iluminación requerido, en función de la actividad a realizar en dicha zona. De la misma forma, se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

3.1.7.2 Iluminación.

Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX. Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método del flujo, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

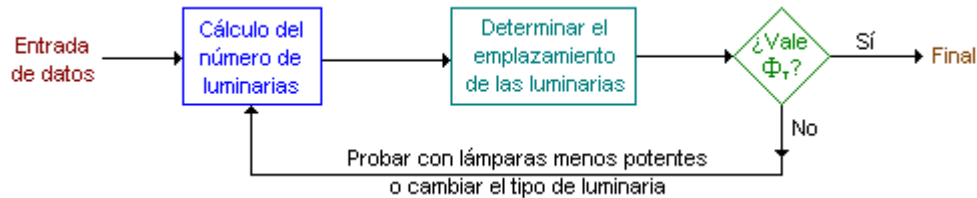
De forma manual el procedimiento es el siguiente:

3.1.7.2.1 Método de los lúmenes.

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en

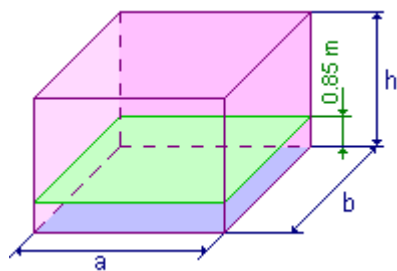
la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:



❖ Datos de entrada:

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0,85 m.



- Determinar el nivel de iluminancia media (E_m). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en normas y recomendaciones.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, HPI...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido

	<table> <tr> <th colspan="2">Altura de las luminarias</th></tr> <tr> <td>Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)</td><td>Lo más altas posibles</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa</td><td>Minimo: $h = \frac{2}{3} (h' - 0.85)$</td></tr> <tr> <td>Óptimo: $h = \frac{4}{5} (h' - 0.85)$</td></tr> <tr> <td rowspan="2">Locales con iluminación indirecta</td><td>$d' \approx \frac{1}{4} (h' - 0.85)$</td></tr> <tr> <td>$h \approx \frac{3}{4} (h' - 0.85)$</td></tr> </table>	Altura de las luminarias		Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles	Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Minimo: $h = \frac{2}{3} (h' - 0.85)$	Óptimo: $h = \frac{4}{5} (h' - 0.85)$	Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} (h' - 0.85)$	$h \approx \frac{3}{4} (h' - 0.85)$
Altura de las luminarias											
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles										
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Minimo: $h = \frac{2}{3} (h' - 0.85)$										
	Óptimo: $h = \frac{4}{5} (h' - 0.85)$										
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} (h' - 0.85)$										
	$h \approx \frac{3}{4} (h' - 0.85)$										

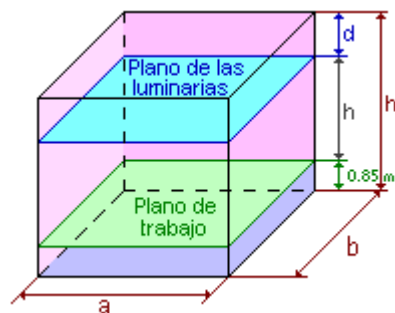
h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

h': altura del local.

d: altura del plano de trabajo al techo.

d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias.

- Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de éste. En el caso del método europeo se calcula como:



- ❖ Iluminación directa, semi-directa, directa-indirecta y general difusa:

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} \quad (3.1.6.2.1.1)$$

- ❖ Iluminación indirecta y semi-directa:

$$K = \frac{3 \times a \times b}{2 \times (h + 0.85) \times (a + b)} \quad (3.1.7.2.1.2)$$

Donde K es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores

mayores de 10 con la fórmula, no se consideran, pues la diferencia entre usar 10 o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores los tomamos de acuerdo con lo estipulado en la norma UNE-EN_12464-1 en el apartado 4.2.2.

Las reflectancias recomendadas para la gran parte de superficies en interiores que reflejan de forma difusa son:

- Techo: 0.7 a 0.9
- Paredes: 0.5 a 0.8
- Suelo: 0.2 a 0.4

- Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

- | Ambiente | Factor de mantenimiento (F_m) |
|----------|-----------------------------------|
| Limpio | 0.8 |
| Sucio | 0.6 |

- Determinar el rendimiento del local " η_R " a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En la tabla que se muestra a continuación, encontramos el rendimiento en función de los factores de iluminación, de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49

0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92

TABLA 3.1.6.2.1.1

❖ Cálculos:

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} \quad (3.1.6.2.1.3)$$

Donde:

- Φ_T = es el flujo luminoso total.
- E = es la iluminancia media deseada.
- S = es la superficie del plano de trabajo.
- η = es el factor de utilización.
- f_m = es el factor de mantenimiento.

- Cálculo del número de luminarias. Para ello aplicaremos la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_{Lum}} \quad (3.1.6.2.1.4)$$

Redondeando por exceso, donde:

- N = es el número de luminarias.
- Φ_T = es el flujo luminoso total.
- Φ_{Lum} = es el flujo luminoso de una lámpara.
- n = es el número de lámparas por luminaria.

❖ Emplazamiento de las luminarias.

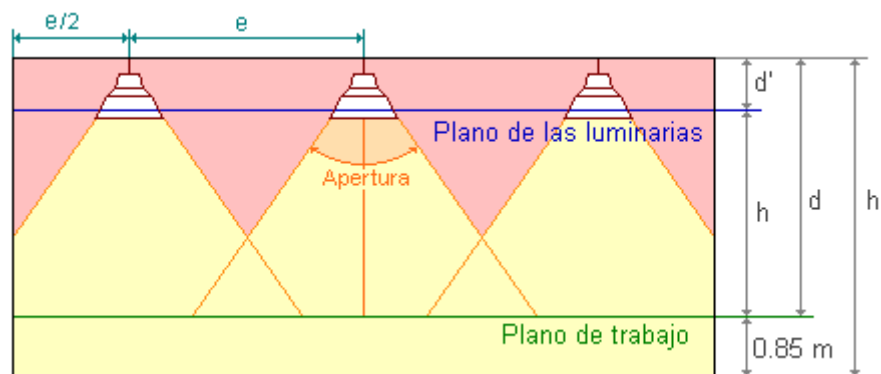
Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{total} \times ancho}{largo}} \quad N_{ancho} = \sqrt{N_{ancho} \times \left(\frac{largo}{ancho}\right)} \quad (3.1.6.2.1.5)$$

Donde N es número de luminarias.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados.

De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia).

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos con que la distancia de

separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme.

Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva.

En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes o más luminarias con menos lámparas.

❖ Comprobación de los resultados.

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \times \phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} \geq E_{tablas} \quad (3.1.6.2.1.6)$$

3.1.7.3 Ejemplo ilustrativo.

Para realizar los cálculos se ha usado el programa de cálculo DIALUX 4.12.

Para la demostración del cálculo de una de las dependencias de forma manual, la dependencia seleccionada será el dormitorio 1 de la vivienda B de la planta primera:

Dimensiones de dicha dependencia:

- Largo: 4,10 m.
- Ancho: 2,60 m.
- Altura útil: 2,80 m.

Factores de reflexión (cumpliendo con las recomendaciones especificadas en la norma UNE-EN-12464-1 apartado 4.2.2):

- suelo: 25%.
- Techo: 73%.
- Paredes: 61%.

Nivel de iluminancia media: $E_m = 200 \text{ lux}$.

Tipo de lámpara: LED 37S/840/ 37.5W.

Tipo de luminaria: Philips DN450B 1XdIm2000/830 LED.

Número de lámparas por luminaria: $n = 3$.

Flujo luminoso de una lámpara: $\Phi_L = 2000 \text{ lm}$.

Altura del local: $h' = 2,80 \text{ m}$.

Altura del plano de trabajo al techo: $d = 2.042 \text{ m}$.

Altura entre el plano de las luminarias y el techo: $d' = 0 \text{ m}$. (lámparas empotradas)

- Cálculo del índice del local (iluminación directa):

$$K = \frac{a \times b}{h \times (a + b)} = \frac{4,10 \times 2,6}{2,042 \times (4,10 + 2,6)} = 0,7792$$

El Factor de rendimiento del local lo buscamos en la tabla anteriormente expuesta teniendo en cuenta el factor de reflexión de techo paredes y suelo, y el índice del local. En nuestro caso debemos interpolar, ya que no podemos entrar directamente en ella con los datos que disponemos.

FACTORES DE REFLEXIÓN										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Plano útil	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice del local	Rendimiento del local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90

5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,961	0,96	0,94	0,92
------	------	------	------	------	------	------	-------	------	------	------

0.60  0.58

0.7992  **X = 0.6875**

0.80  0.70

Factor de utilización: $\eta = 0,69$

Factor de mantenimiento: $f_m = 0,8$ (limpio)

Rendimiento de la luminaria η_L :

Es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria, en nuestro caso $\eta_L = 0,95$

El rendimiento de la iluminación:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L$$

$$\phi_T = \frac{E \times S}{\eta \times f_m} = \frac{200 \times 4,1 \times 2,6}{0,95 \times 0,69 \times 0,8} \approx 4065,599 \text{ L/m}$$

- Cálculo del número de lámparas:

$$N = \frac{\phi_T}{n \times \phi_L} = \frac{4064,599}{1 \times 2000} \approx 2 \rightarrow \text{colocamos 2 lámparas}$$

$$E_m = \frac{N \times \phi_{Lum} \times \eta \times f_m}{S} = \frac{1 \times 3700 \times 0,69 \times 0,80}{4,10 \times 2,60} 207,13 \geq E_{tablas}(200)$$

- Para el cálculo de la VEEI (Eficiencia Energética) aplicamos la siguiente fórmula:

$$VEEI = \frac{P \times 100}{S \times E_m} \quad (3.1.6.3.1)$$

Donde

P la potencia de la lámpara más el equipo auxiliar [W];

S la superficie iluminada [m²];

Em la iluminancia media mantenida [lux]

$$VEEI = \frac{2 \times 37,5 \times 100}{4,10 \times 2,6 \times 207,13} = 3,397 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$$



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo II

ALUMBRADO DE EMERGENCIA

ÍNDICE ANEXO II: ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	3
3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.	3
3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	3
3.2.3 MÉTODO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	5
3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.....	5
3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.....	7
3.2.5.1 Distribuidores viviendas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª:.....	9
3.2.5.2 Portal	11
3.2.5.3 Entrada vehículos:	15
3.2.5.4 Local comercial:.....	18
3.2.5.4.1 parte 1:.....	18
3.2.5.4.2 parte 2:.....	21
3.2.5.5 sótano 1:	23
3.2.5.5.1 Garaje parte 1:	23
3.2.5.5.2 Garaje parte 2:	27
3.2.5.5.3 Garaje parte 3:	30
3.2.5.5.4 Equipos de ventilación y RITI:	33
3.2.5.5.5 Distribuidor 1:	36
3.2.5.5.6 Distribuidor 2:	39

3.2.5.6 sótano 2:	42
3.2.5.6.1 Garaje parte 1:	42
3.2.5.6.2 Garaje parte 2:	45
3.2.5.6.3 Garaje parte 3:	48
3.2.5.6.4 Cuarto de instalaciones 3:	51
3.2.5.6.5 Distribuidor 1:	53
3.2.5.6.6 Distribuidor 2:	56
3.2.5.7 Cuarto de instalaciones 1:	59
3.2.5.8 Cuarto de instalaciones 2:	62
3.2.6 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES.....	64

3.2 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.2.1 OBJETO DEL ANEXO.

Este Anexo define la correcta instalación y funcionamiento de los servicios dedicados al alumbrado de emergencia, que facilitan la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios, así como calcular las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación y la relación entre la iluminancia máxima y mínima que debe aportar el alumbrado de emergencia según los reglamentos y normativas vigentes. Además de lo anterior, también se especifica los tipos de luminarias empleadas, su posición por medio de la documentación gráfica y los niveles de iluminancia máxima y mínima, así como su relación, en los diferentes planos.

3.2.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.

Conforme a lo que dice el RBT 2002 en la ITC-BT-28 y el Código Técnico de la Edificación CTE, en el documento básico SU seguridad de utilización, en su sección IV: “Seguridad frente al riesgo causado por iluminación Inadecuada” apartado 2 “Alumbrado de Emergencia se parte de los siguientes datos:

- **Alumbrado de evacuación:**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux.

En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales (de la ruta de evacuación) será menor de 40.

El alumbrado de evacuación deberá poder funcionar cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- **Alumbrado ambiente o anti-pánico:**

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

El alumbrado ambiente o anti-pánico, de la misma forma que el alumbrado de evacuación, deberá poder funcionar como cuando se produzca el fallo de la alimentación normal, como mínimo durante una hora, proporcionando la iluminancia prevista.

- **Lugares en que deberá instalarse alumbrado de emergencia:**

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.

- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

Otros de los datos de partida son el conocimiento de la disposición de la distribución de los equipos de protección contra incendios, las rutas de evacuación, las salidas y la señalización.

3.2.3 MÉTODO DEL CÁLCULO DEL ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

En cumplimiento con las especificaciones hechas por los diversos reglamentos se eligen las luminarias de emergencia y se disponen en los diferentes locales quedando estas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica.

Una vez realizada dicha distribución se procede al cálculo de la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales. Para ello se utiliza el programa de cálculo EMERLIGHT 4.0.

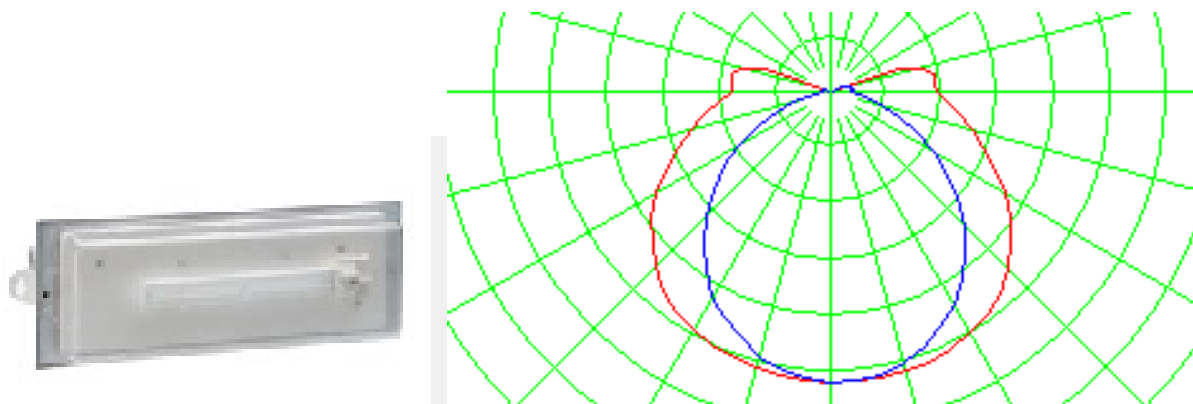
El dato introducido al programa de cálculo del factor de reflexión sobre paredes y techos es del 0% en cumplimiento con lo indicado en el CTE documento básico Seguridad de Utilización SU.

Cuando se saben los resultados del programa se observa que los niveles de iluminancia son correctos quedando demostrado que la elección de las luminarias de emergencia así como su distribución es correcta.

3.2.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS DE EMERGENCIA UTILIZADAS.

Se ha empleado la misma luminaria para rutas de evacuación, salidas de emergencia y puntos de seguridad debido a sus óptimas características.

Se puede conseguir en el catálogo de la empresa Legrand.



NT / 750 Lum 1h (LEGRAND 61833+1SYL PL-11W/840 (4.80 V)

Características de la gama NT.

- Fabricadas según normas de obligado cumplimiento: UNE-EN 60 598.2.22, UNE 20 392 - 93 y REBT 2002
- Producto certificado por AENOR, con marca N
- Luminarias no permanentes y combinadas
- Alimentación: 230 V, $\pm 10\%$, 50/60 Hz
- IP 42 IK 04 Clase II
- Aptas para ser montadas sobre superficies inflamables.
- Tiempo de carga: 24 horas

- Utilizar telemando para:

Puesta en reposo

Test de prueba de funcionamiento con tensión de red

- Bornas de telemando protegidas contra conexión accidental a 230 V
- Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).

- Material de la envolvente auto extingible
- Acumuladores de Ni-Cd de alta temperatura
- 2 leds de alta luminosidad y larga duración (100.000 horas de vida media) para minimizar el mantenimiento y reposición de los mismos.
- Cuando los 2 leds se apagan simultáneamente indica: Ausencia de tensión y que los acumuladores no cargan
- 3 entradas de 20 mm de diámetro (2 laterales y 1 posterior)

Características propias de la referencia

- Ref.: 61833LG2
- Fluorescente tubo compacto
- Lúmenes: 750
- Autonomía: 1 h
- Lámpara de emergencia: PL 11W

3.2.5 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS.

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT 4.0 para los distintos locales del edificio son los que a continuación se presentan en las diferentes tablas:

ESTANCIA	E.MED.	E.MIN.	E.MAX.	U.MED (MIN/MED)	U.MIN (MIN/MAX)	U.MAX (MED/MAX)
Distribuidores viviendas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª	21.2	3.0	45.0	0.14	0.07	0.47
Portal	31.8	3.8	58.5	0.12	0.06	0.54
Entrada vehículos	12.4	2.2	21.3	0.16	0.10	0.58
Local comercial parte 1	9.6	0.9	24.5	0.10	0.04	0.39
Local comercial parte 2	20.3	1.1	98.4	0.06	0.01	0.21
Sótano 1 Garaje parte 1	11.6	1.3	42.4	0.11	0.03	0.27
Sótano 1 Garaje parte 2	12.3	2.1	20.4	0.17	0.10	0.61
Sótano 1 Garaje parte 3	10.4	1.9	30.7	0.18	0.06	0.34

Sótano 1 Equipos de ventilación y RITI	21.2	3.7	49.9	0.17	0.07	0.43
Sótano 1 Garaje distribuidor 1	44.2	7.6	64.4	0.17	0.12	0.69
Sótano 1 Garaje distribuidor 2	34.0	12.3	56.4	0.36	0.22	0.60
Sótano 2 Garaje parte 1	10.5	1.4	40.3	0.13	0.03	0.26
Sótano 2 Garaje parte 2	12.3	2.1	20.4	0.17	0.10	0.61
Sótano 2 Garaje parte 3	10.4	1.9	30.7	0.18	0.06	0.34
Sótano 2 Cuarto de instalaciones 3	5.4	0.8	23.2	0.16	0.04	0.23
Sótano 2 Distribuidor 1	44.2	7.6	64.4	0.17	0.12	0.69
Sótano 2 Distribuidor 2	34.0	12.3	56.4	0.36	0.22	0.60
Cuarto de instalaciones 1	29.4	9.8	43.7	0.33	0.22	0.67
Cuarto de instalaciones 2	21.5	15.6	45.0	0.49	0.35	0.70

Tabla 3.2.5.1 Resumen de resultados luminotécnicos

- U= Uniformidad
- E= Luminancia (lux)

3.2.5.1 Distribuidores viviendas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª:

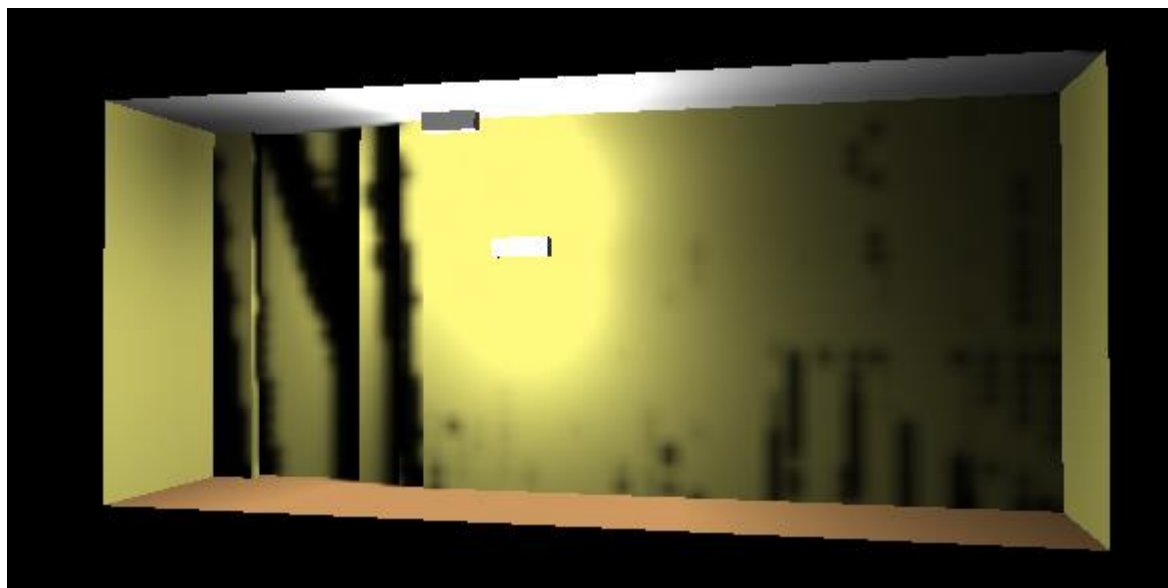


Figura 3.2.5.1.1 – Distribuidor viviendas

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	7.99 m ²
Iluminancia Media	21.19 lx
Potencia Específica	2.75 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	12.99 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	7.70 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	21.2 lux	3.0 lux	45.0 lux	0.14	0.07	0.47
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	21.2 lux	3.0 lux	45.0 lux	1:6.97	1:14.82	1:2.13
					0.14	0.07	0.47
					1:6.97	1:14.82	1:2.13

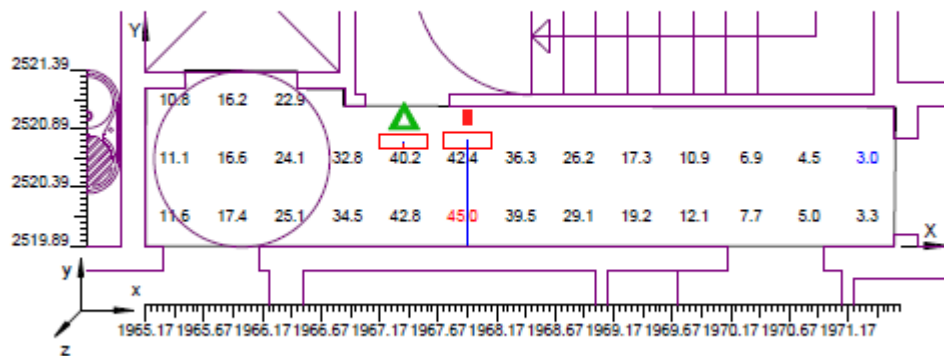


Figura 3.2.5.1.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

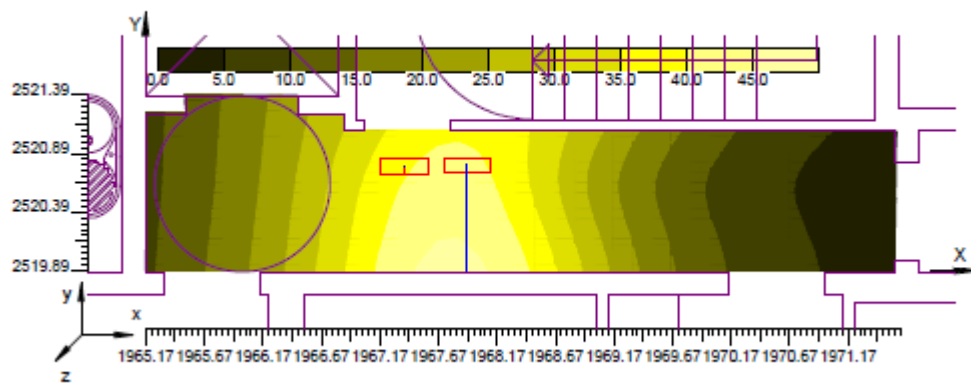


Figura 3.2.5.1.2 Diagrama de iluminancia

3.2.5.2 Portal

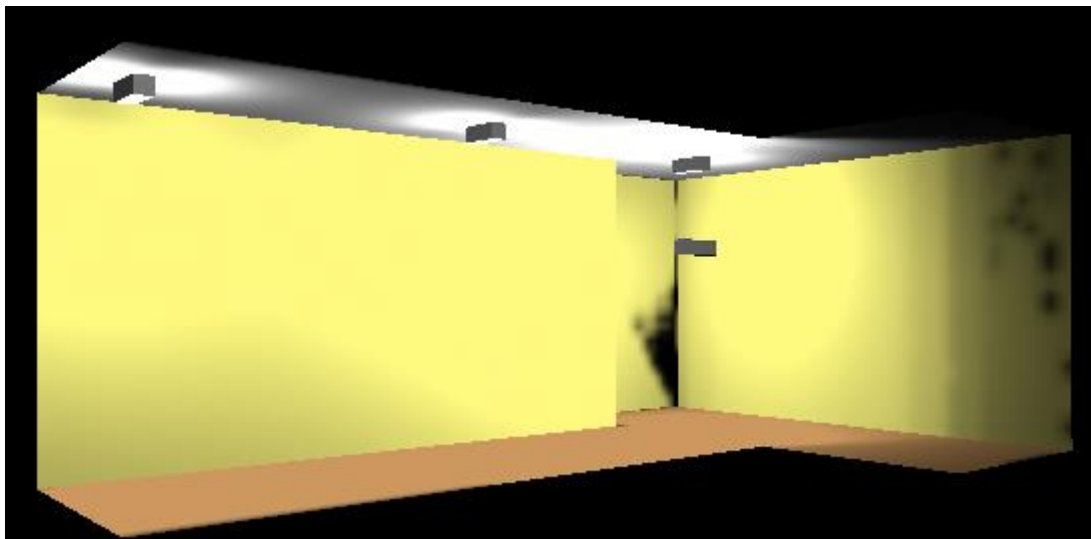


Figura 3.2.5.2.1 Portal

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	20.16 m ²
Iluminancia Media	31.80 lx
Potencia Específica	2.18 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	6.87 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	14.57 (m ² lx)/W
Potencia Total Utilizada	44.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	31.8 lux	3.8 lux	58.5 lux	0.12 1:8.39	0.06 1:15.43	0.54 1:1.84
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	31.8 lux	3.8 lux	58.5 lux	0.12 1:8.39	0.06 1:15.43	0.54 1:1.84

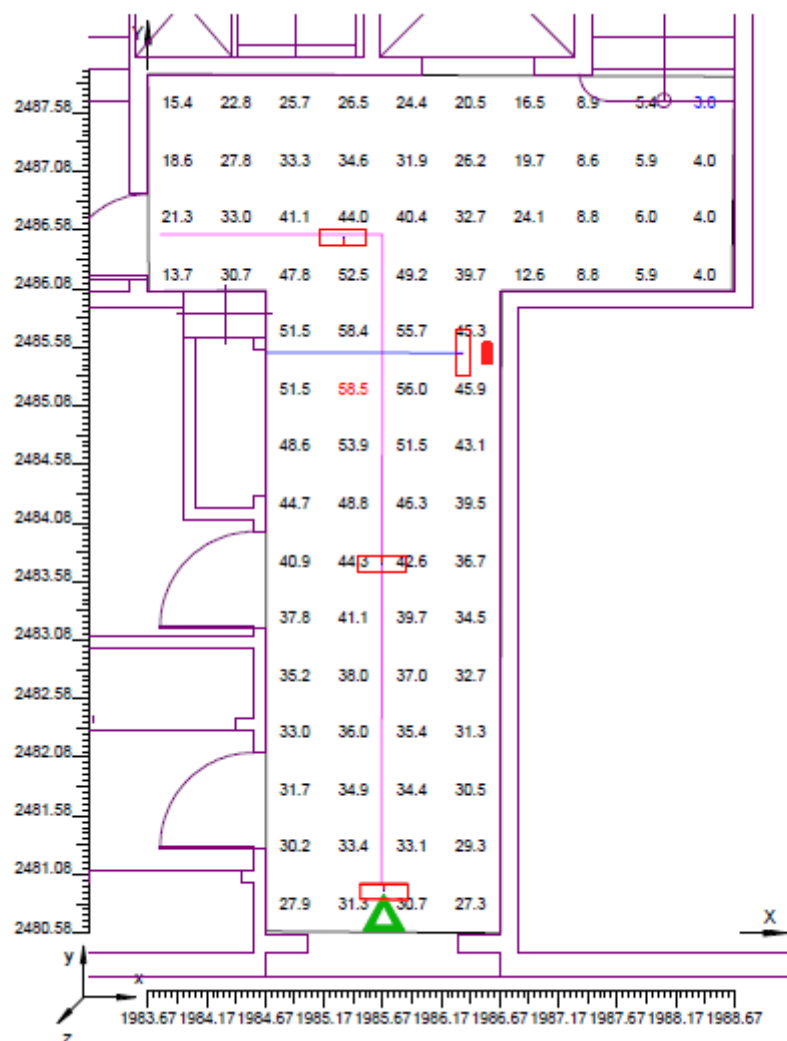


Figura 3.2.5.2.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

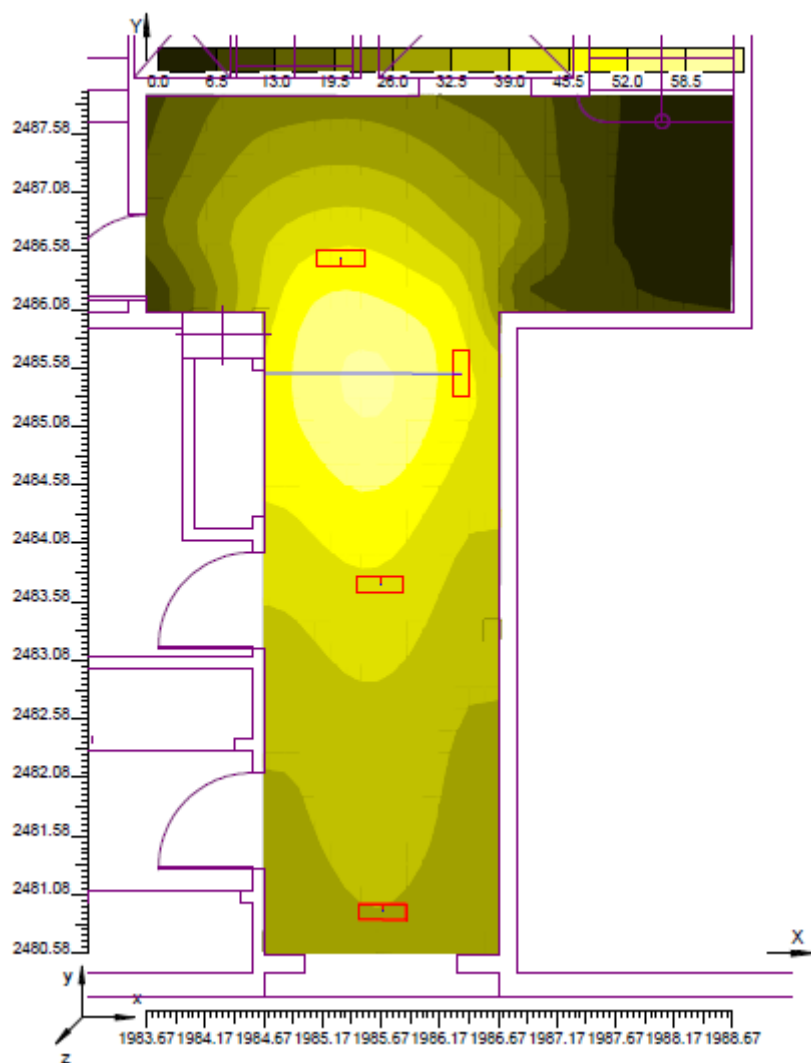


Figura 3.2.5.2.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.3 Entrada vehículos:

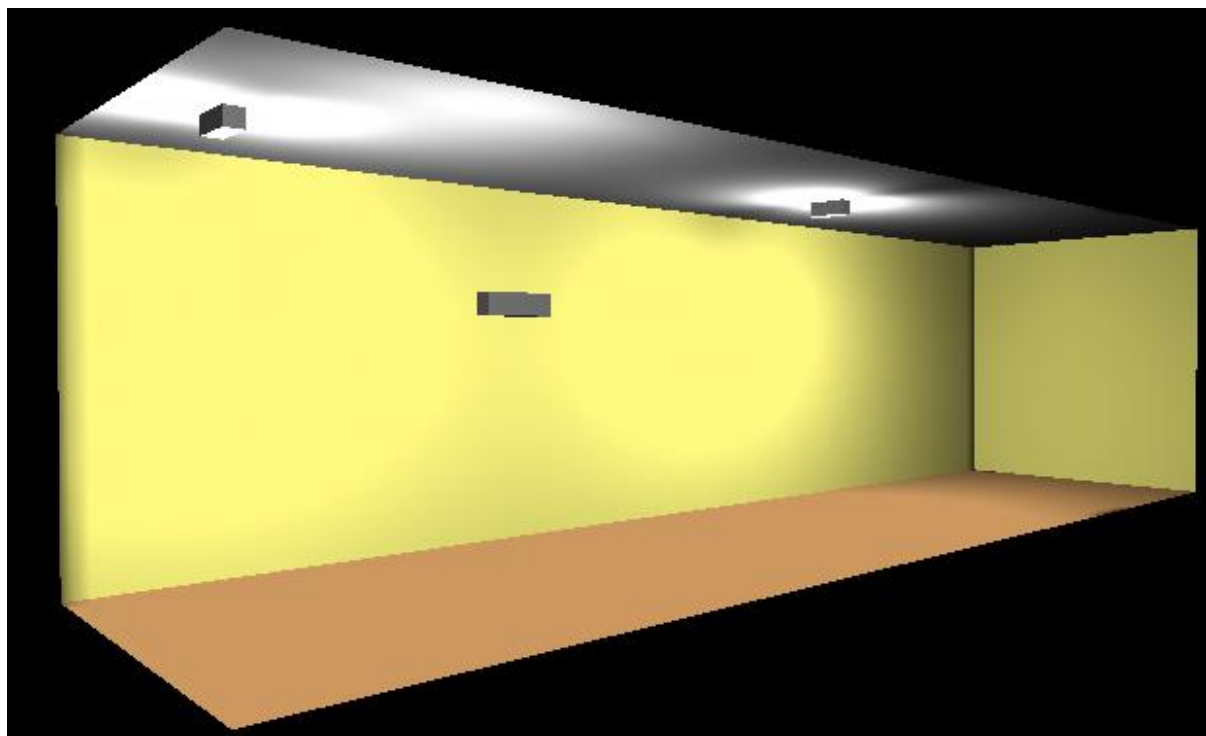


Figura 3.2.5.3.1 – Entrada vehículos

VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	35.88 m2
Iluminancia Media	12.42 lx
Potencia Específica	0.84 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	6.73 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	14.86 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	30.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	12.4 lux	2.2 lux	21.3 lux	0.18	0.10	0.58
					1:5.68	1:9.75	1:1.71
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	12.4 lux	2.2 lux	21.3 lux	0.18	0.10	0.58
					1:5.68	1:9.75	1:1.71

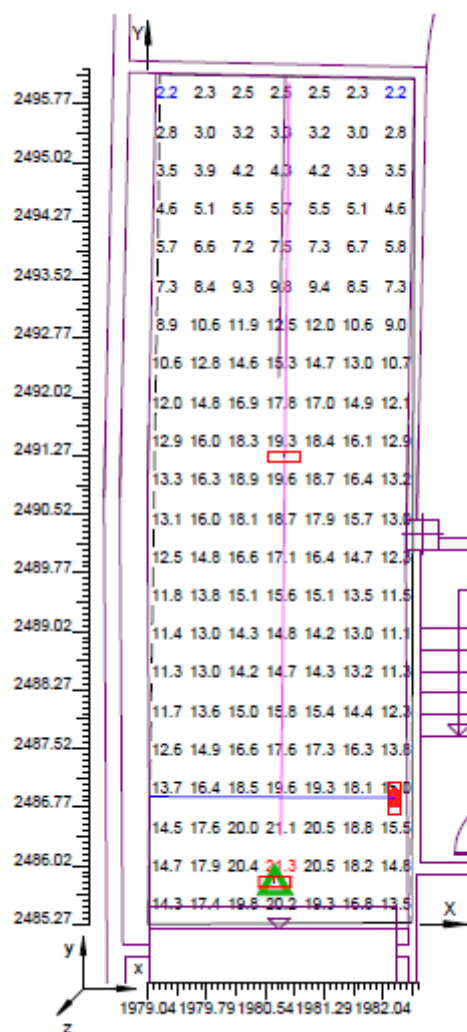


Figura 3.2.5.3.2 – Valores y distribución del flujo luminoso

3.2.5.4 Local comercial:

3.2.5.4.1 parte 1:

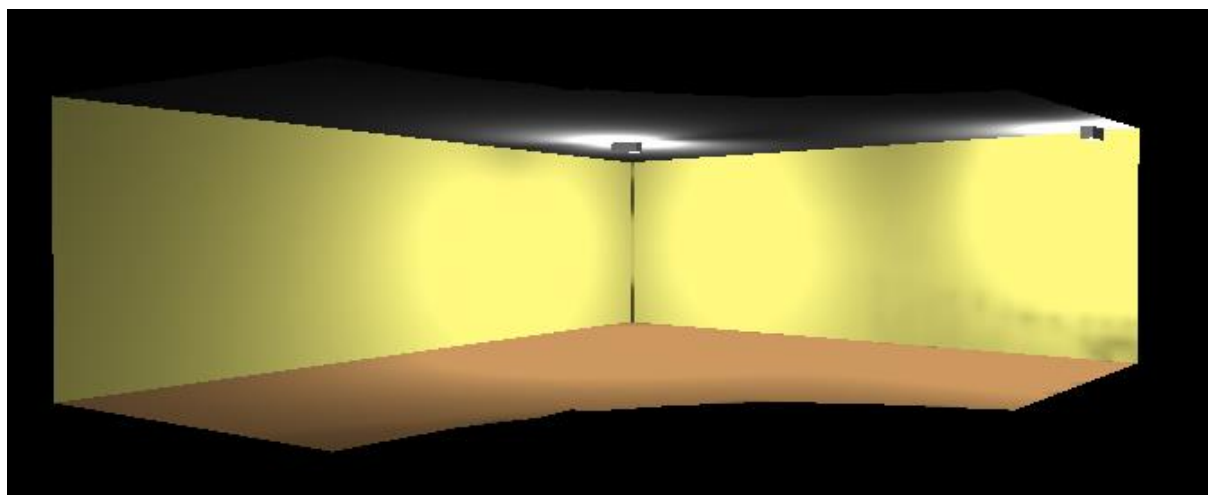


Figura 3.2.5.4.1.1 – Parte 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	55.55 m2
Iluminancia Media	9.58 lx
Potencia Específica	0.40 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	4.13 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	24.19 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	9.6 lux	0.9 lux	24.5 lux	0.10	0.04	0.39
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	9.6 lux	0.9 lux	24.5 lux	1:10.49	1:26.78	1:2.55
					0.10	0.04	0.39
					1:10.49	1:26.78	1:2.55

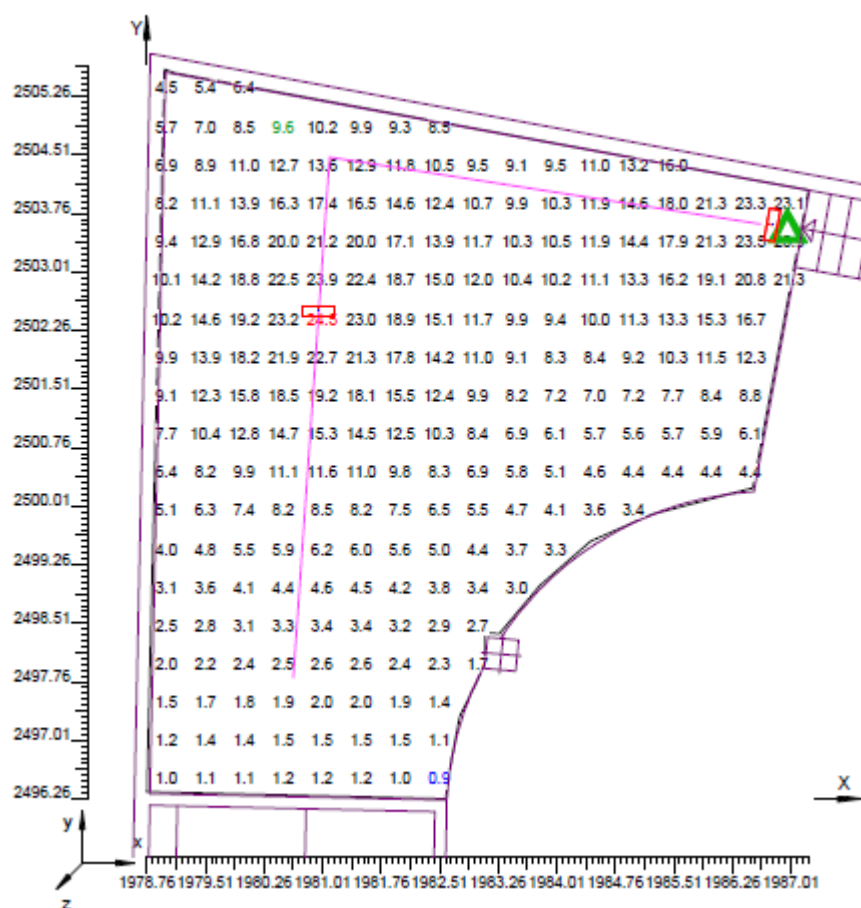


Figura 3.2.5.4.1.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

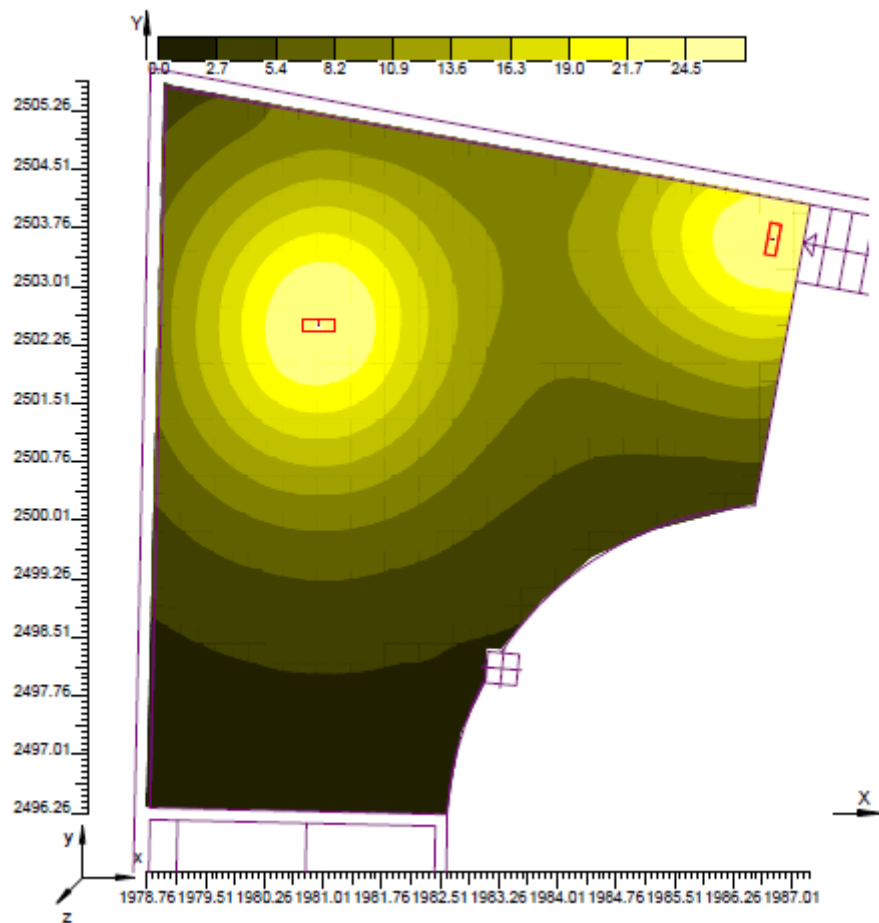


Figura 3.2.5.4.1.3 - Diagrama de iluminancia

3.2.5.4.2 parte 2:

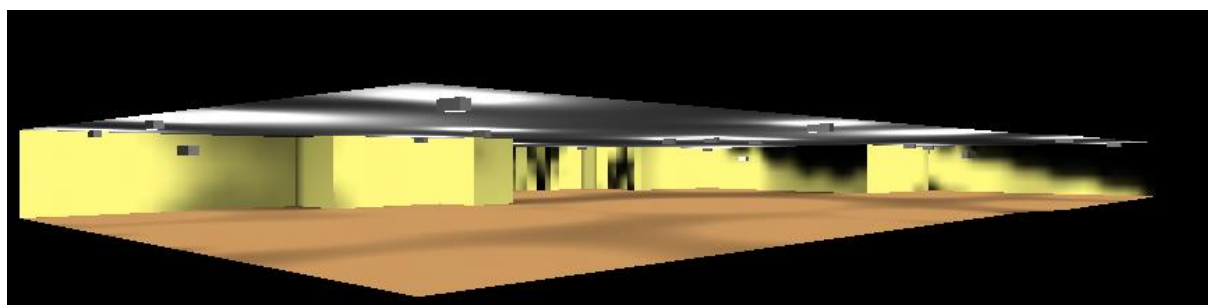


Figura 3.2.5.4.2.1 – Parte 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	410.48 m ²
Illuminancia Media	20.28 lx
Potencia Especifica	0.54 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	2.64 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	37.84 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	220.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	20.3 lux	1.1 lux	98.4 lux	0.06	0.01	0.21
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	20.3 lux	1.1 lux	98.4 lux	1:17.70	1:85.86	1:4.85
					0.06	0.01	0.21
					1:17.70	1:85.86	1:4.85

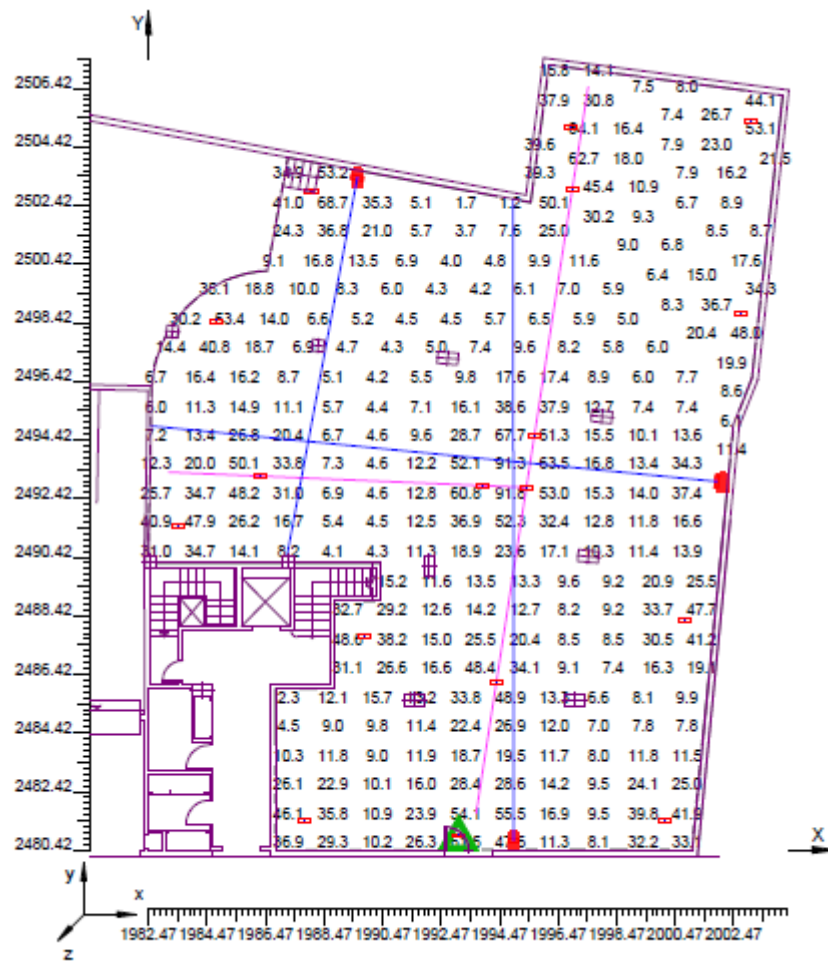


Figura 3.2.5.4.2.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

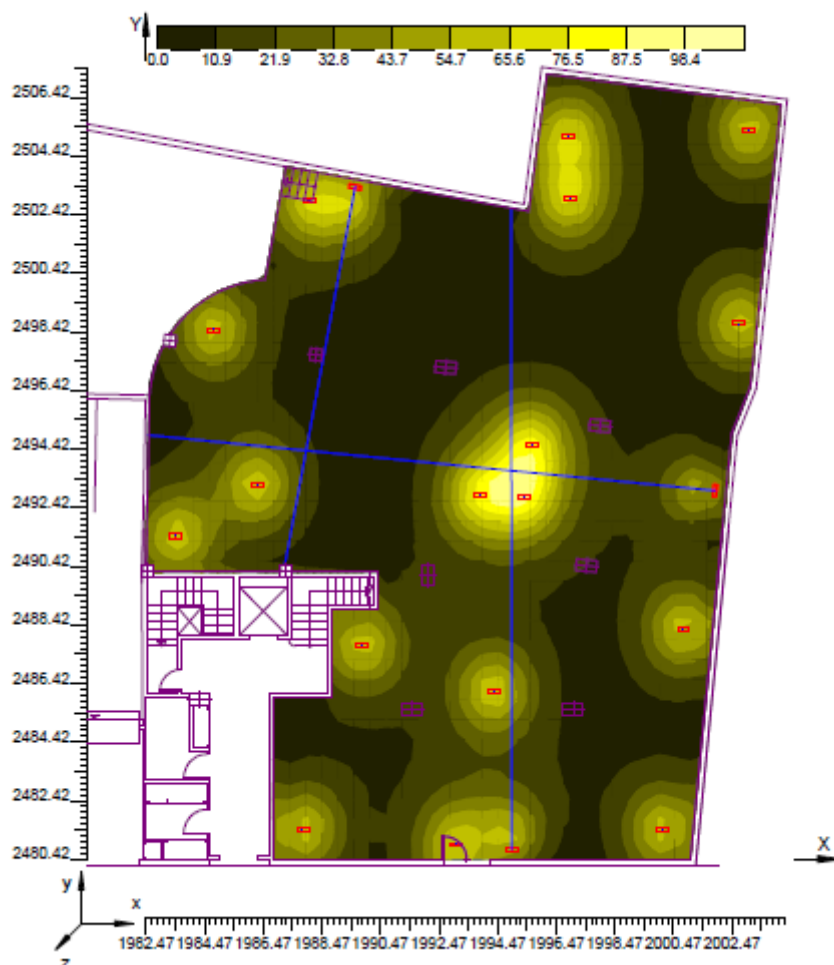


Figura 3.2.5.4.2.3 - Diagrama de iluminancia

3.2.5.5 sótano 1:

3.2.5.5.1 Garaje parte 1:

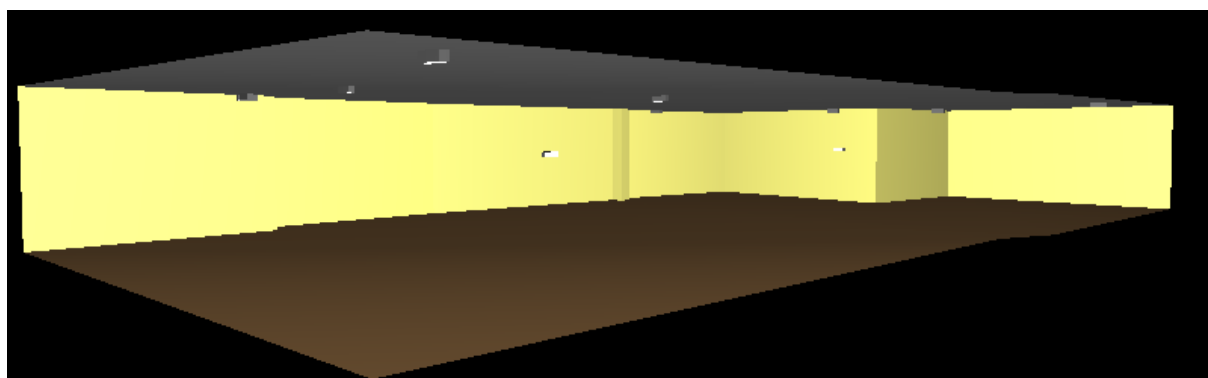


Figura 3.2.5.5.1.1 Garaje parte 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	334.19 m2
Iluminancia Media	11.58 lx
Potencia Específica	0.38 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	3.13 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	31.99 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	121.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	11.6 lux	1.3 lux	42.4 lux	0.11	0.03	0.27
					1:8.78	1:32.16	1:3.66
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	11.6 lux	1.3 lux	42.4 lux	0.11	0.03	0.27
					1:8.78	1:32.16	1:3.66

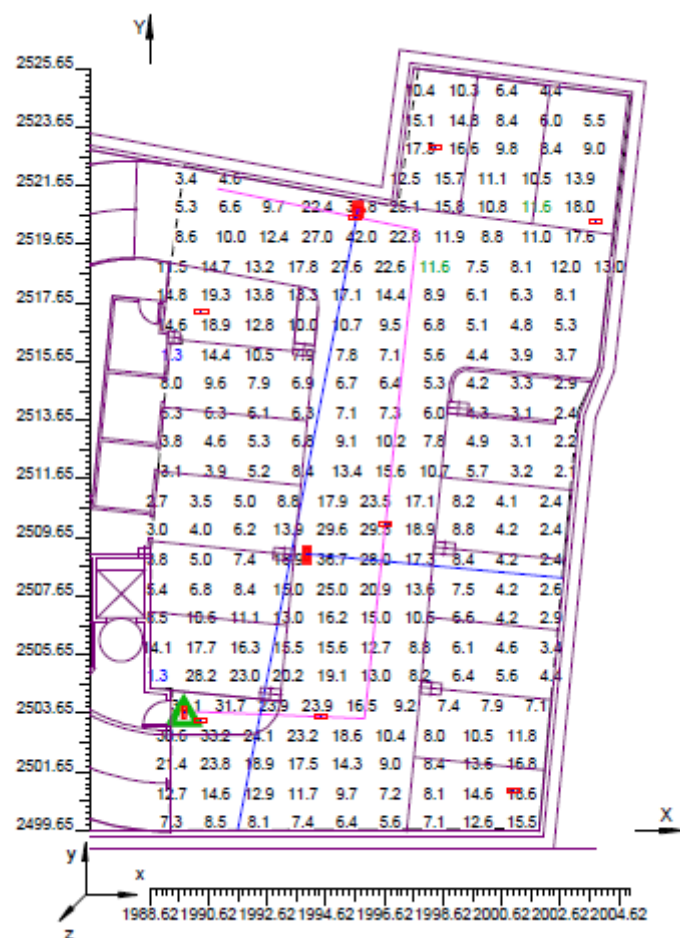


Figura 3.2.5.5.1.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

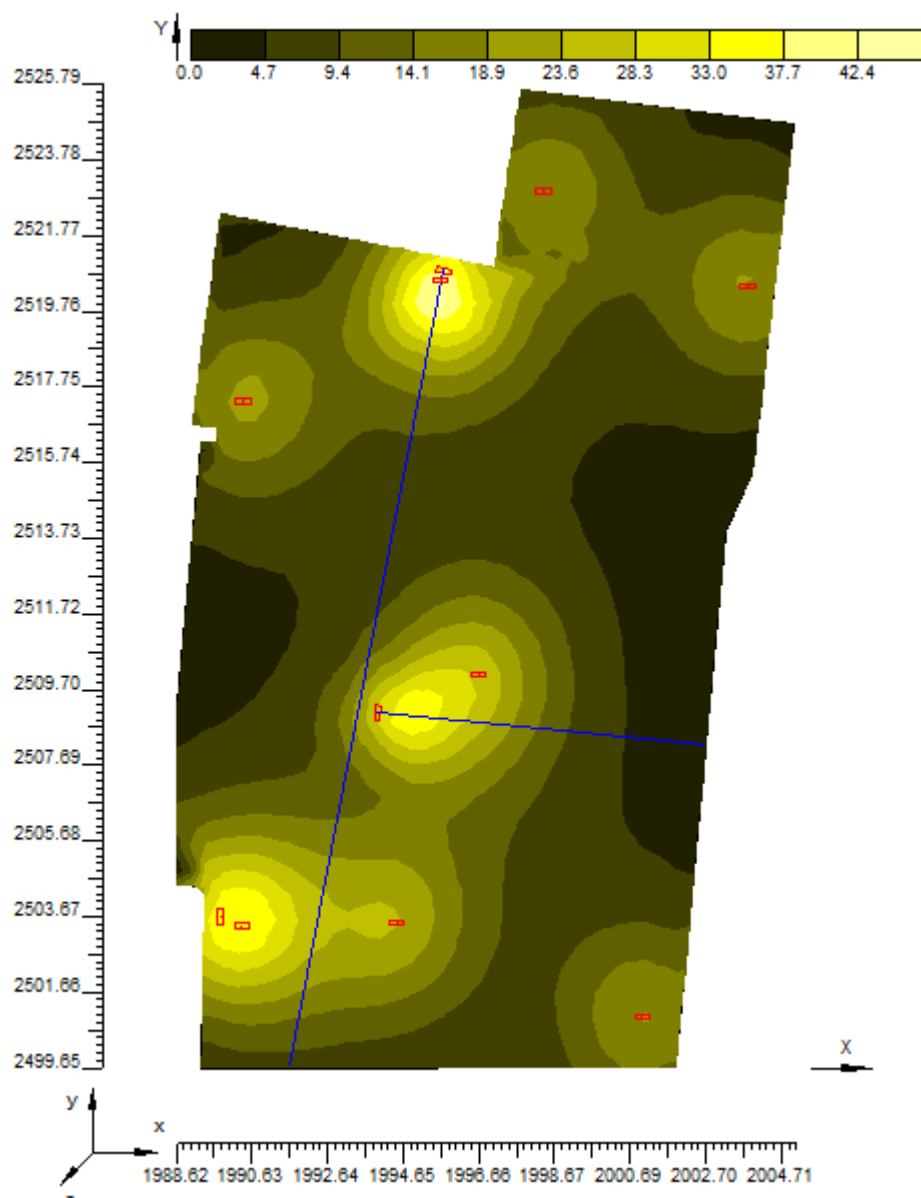


Figura 3.2.5.5.1.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.5.2 Garaje parte 2:

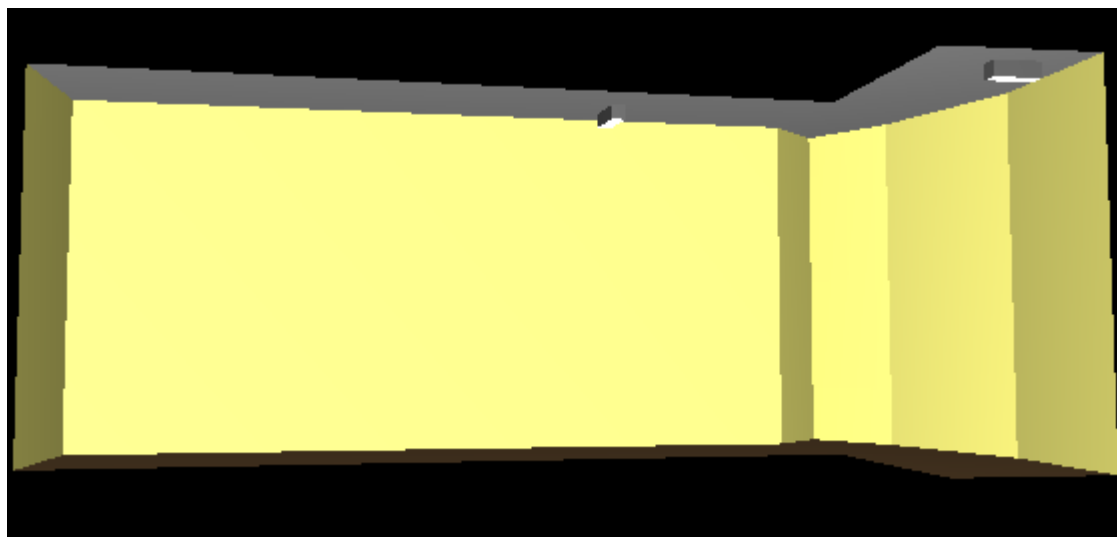


Figura 3.2.5.5.2.1 Garaje parte 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	11.81 m ²
Iluminancia Media	12.34 lx
Potencia Específica	1.86 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	15.09 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	6.63 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	12.3 lux	2.1 lux	20.4 lux	0.17	0.10	0.51
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	12.3 lux	2.1 lux	20.4 lux	1:5.80	1:9.56	1:1.65
					0.17	0.10	0.51
					1:5.80	1:9.56	1:1.65

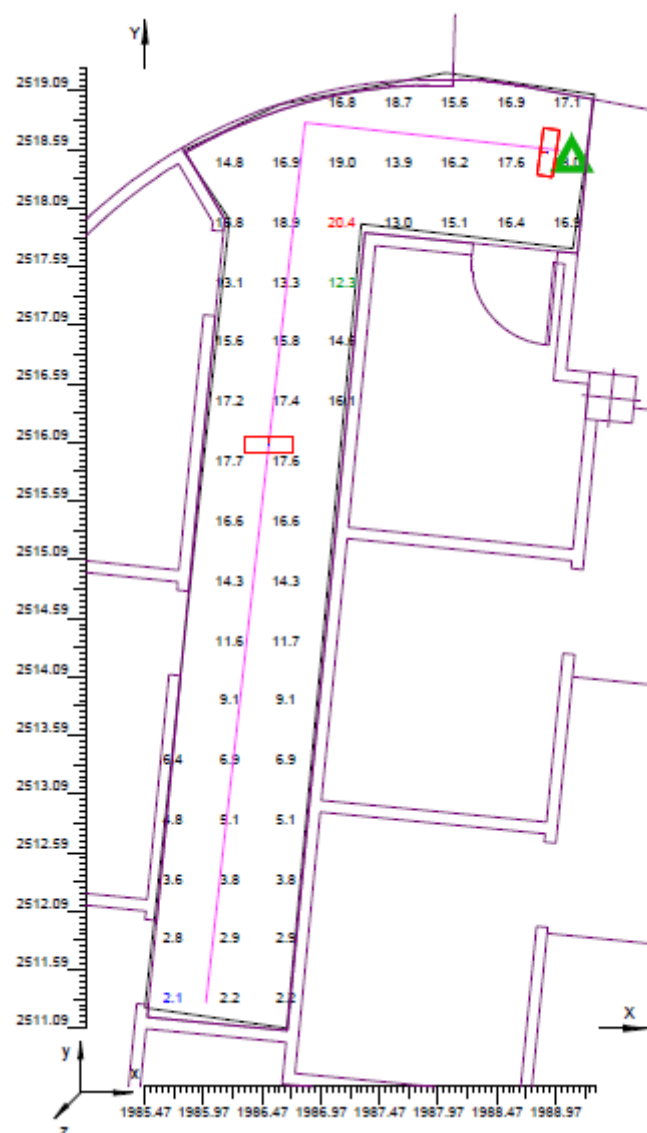


Figura 3.2.5.5.2.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

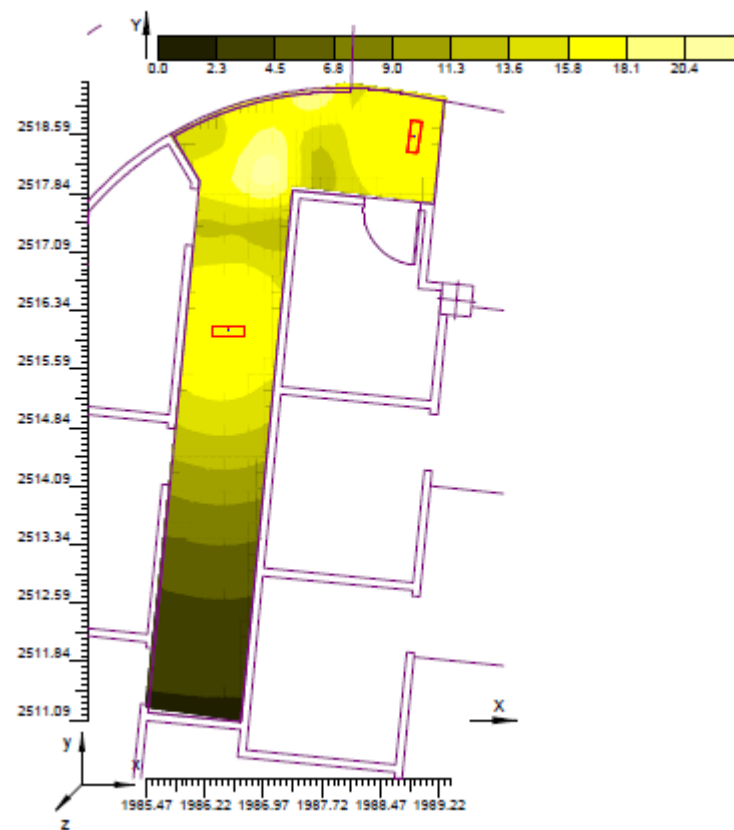


Figura 3.2.5.5.2.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.5.3 Garaje parte 3:

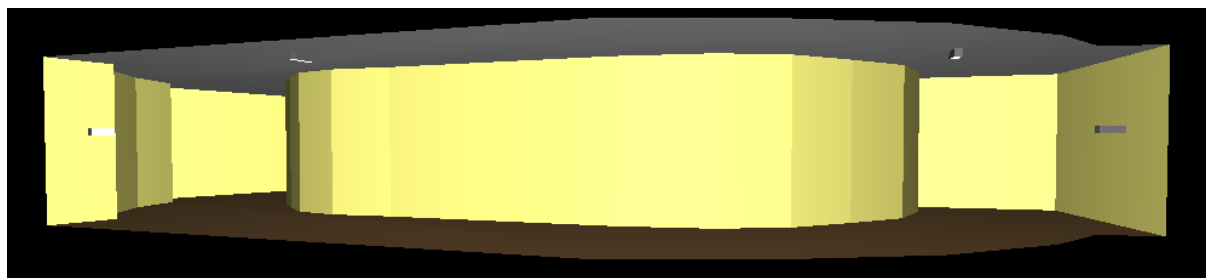


Figura 3.2.5.5.3.1 Garaje parte 3

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	102.12 m ²
Illuminancia Media	10.42 lx
Potencia Especifica	0.54 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	5.17 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	19.35 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	55.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	10.4 lux	1.9 lux	30.7 lux	0.18	0.06	0.34
					1:5.42	1:16.01	1:2.95
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	10.4 lux	1.9 lux	30.7 lux	0.18	0.06	0.34
					1:5.42	1:16.01	1:2.95

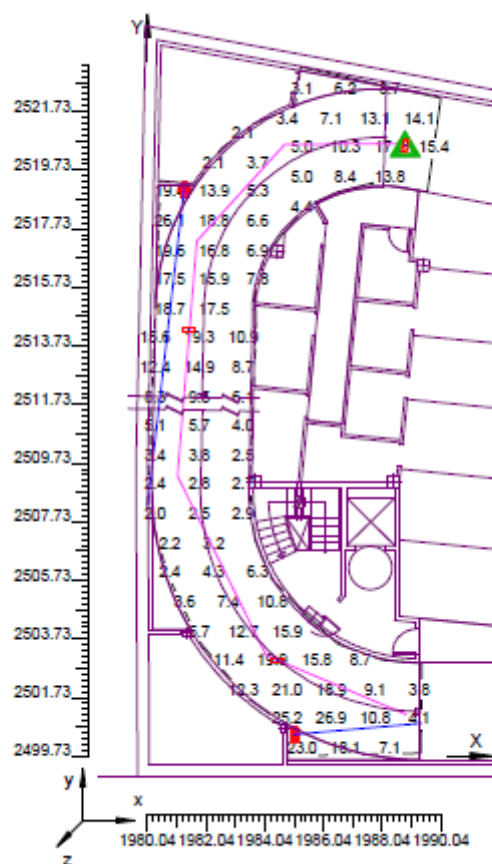


Figura 3.2.5.5.3.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

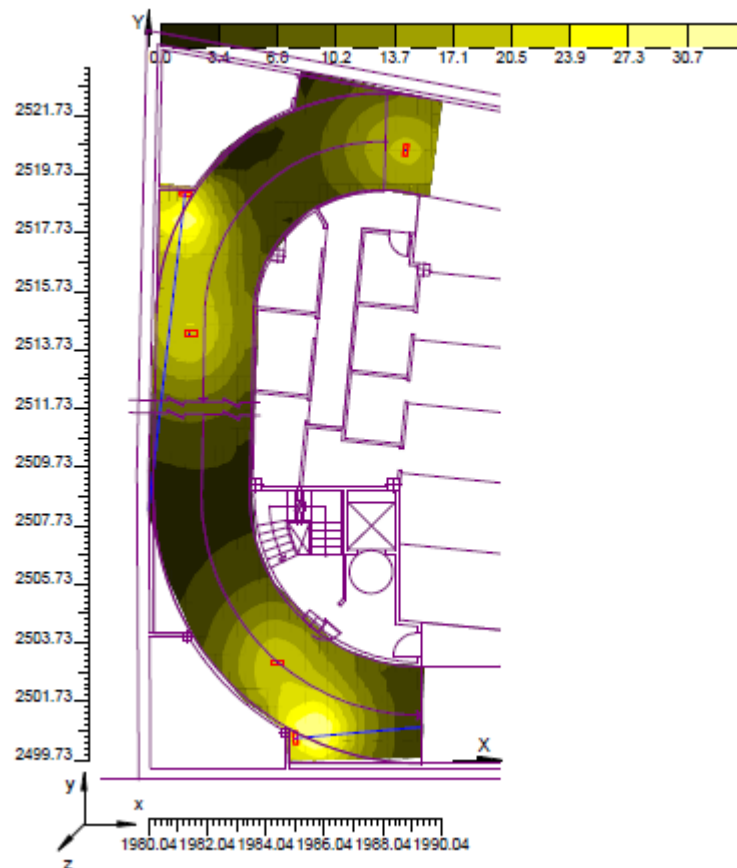


Figura 3.2.5.5.3.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.5.4 Equipos de ventilación y RITI:



Figura 3.2.5.5.4.1 Equipos de ventilación y RITI

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	14.11 m ²
Iluminancia Media	21.24 lx
Potencia Específica	1.56 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	7.34 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	13.62 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Max	Medio/Max
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	21.2 lux	3.7 lux	49.9 lux	0.17	0.07	0.43
					1:5.73	1:13.45	1:2.35
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	21.2 lux	3.7 lux	49.9 lux	0.17	0.07	0.43
					1:5.73	1:13.45	1:2.35

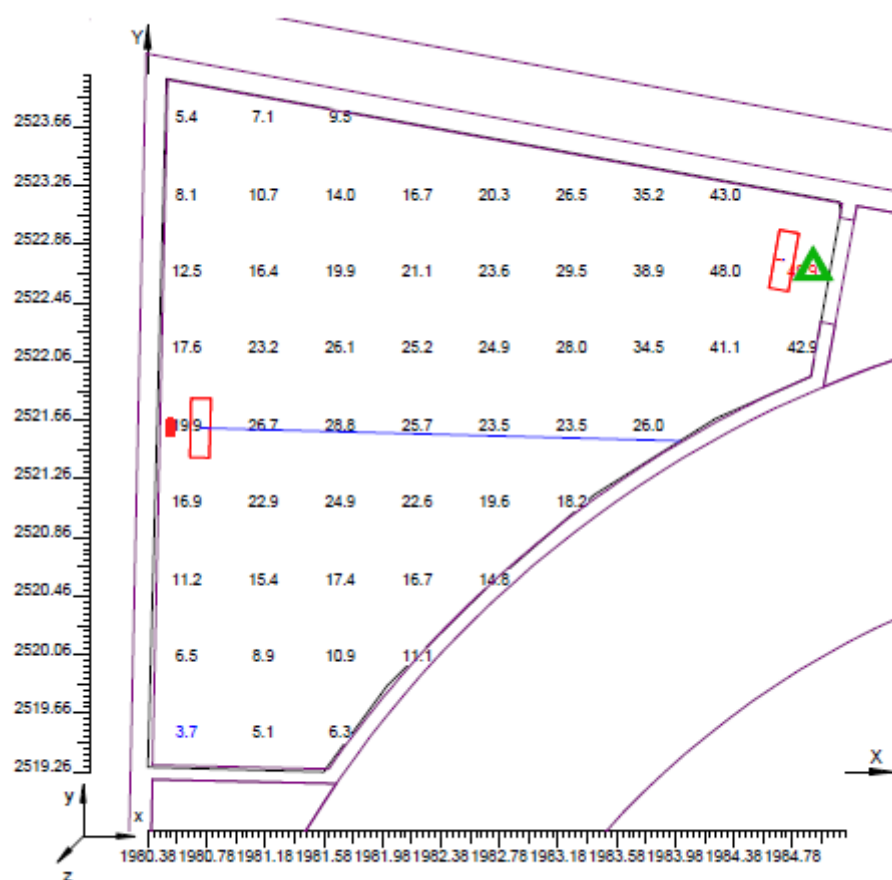


Figura 3.2.5.5.4.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

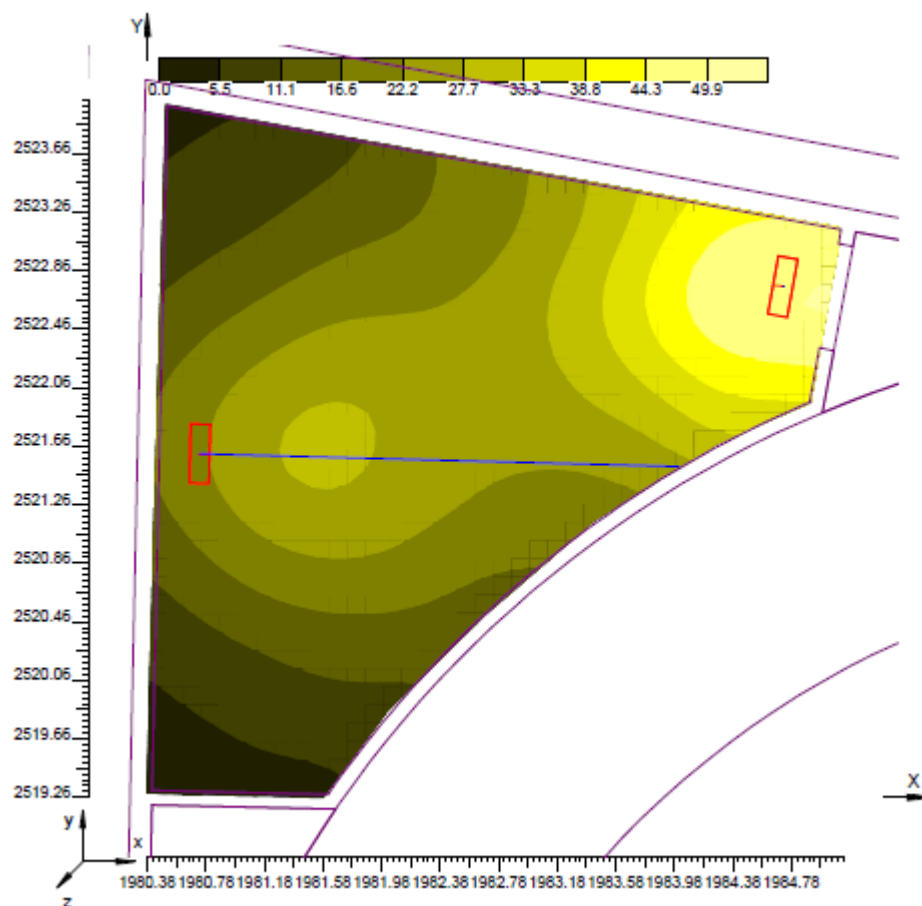


Figura 3.2.5.5.4.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.5.5 Distribuidor 1:

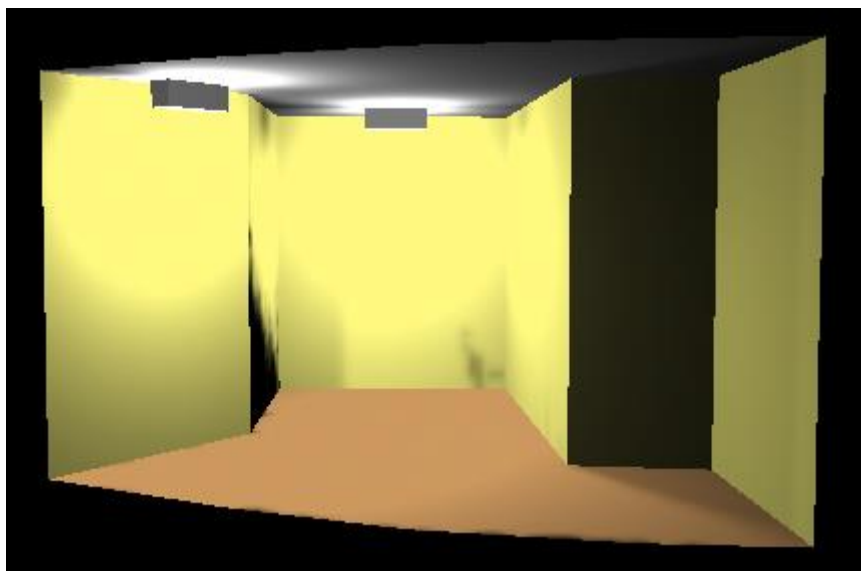


Figura 3.2.5.5.1 Distribuidor 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	7.34 m ²
Iluminancia Media	44.15 lx
Potencia Especifica	3.00 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	6.79 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	14.73 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	44.2 lux	7.6 lux	64.4 lux	0.17 1:5.79	0.12 1:8.44	0.69 1:1.46
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	44.2 lux	7.6 lux	64.4 lux	0.17 1:5.79	0.12 1:8.44	0.69 1:1.46

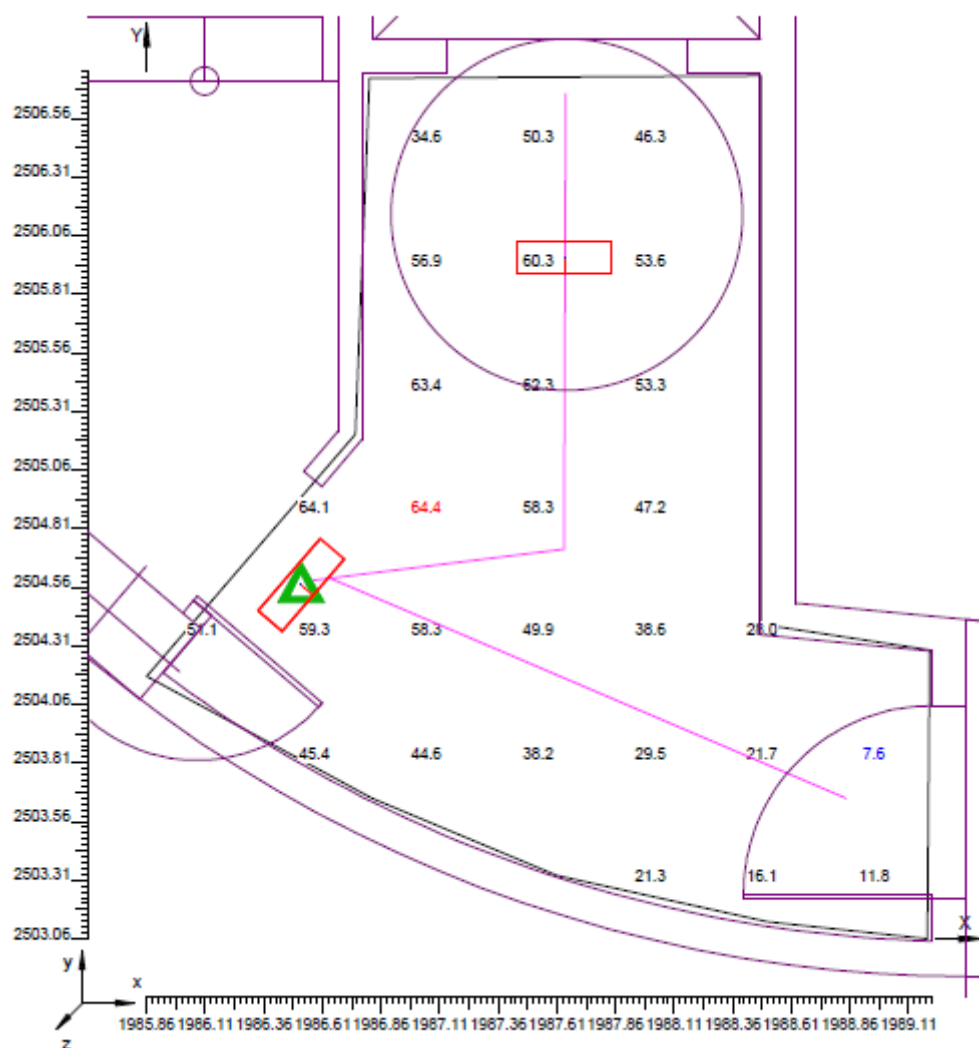


Figura 3.2.5.5.5.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

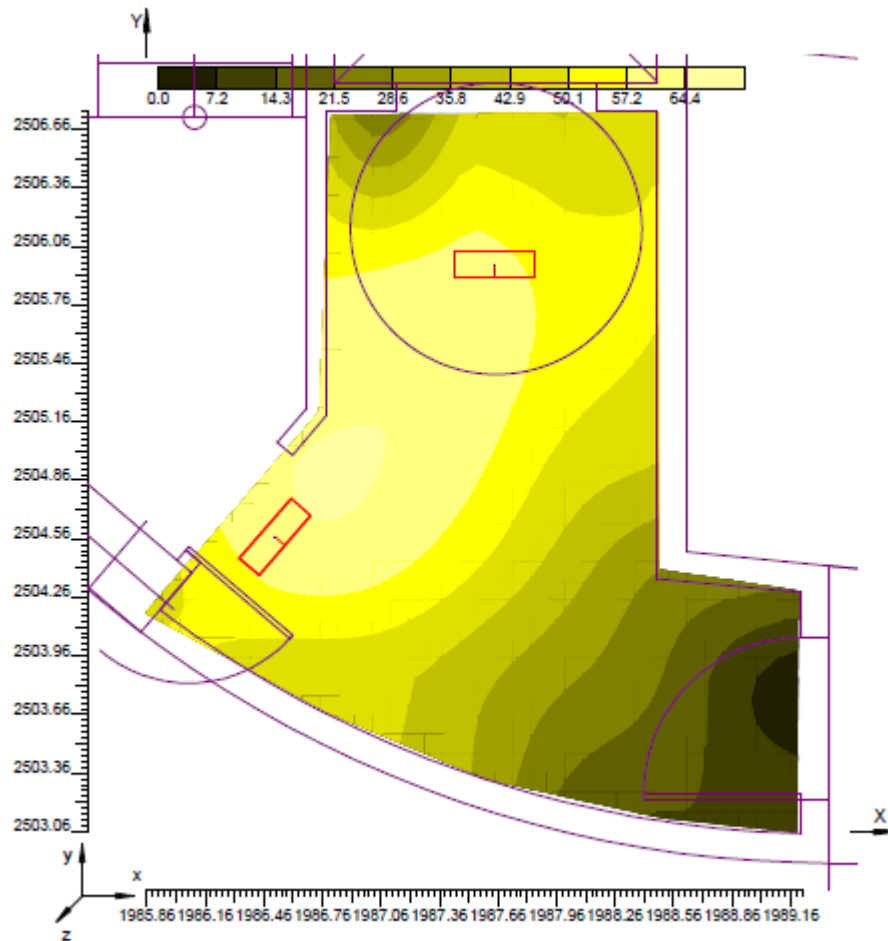


Figura 3.2.5.5.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.5.6 Distribuidor 2:

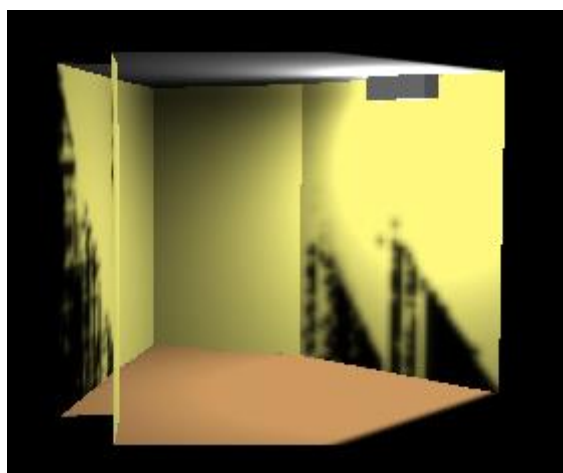


Figura 3.2.5.5.6.1 Distribuidor 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	3.92 m ²
Iluminancia Media	34.00 lx
Potencia Específica	2.81 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	8.26 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	12.11 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	11.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	34.0 lux	12.3 lux	56.4 lux	0.36	0.22	0.60
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	34.0 lux	12.3 lux	56.4 lux	1:2.77	1:4.60	1:1.66
					1:2.77	1:4.60	1:1.66

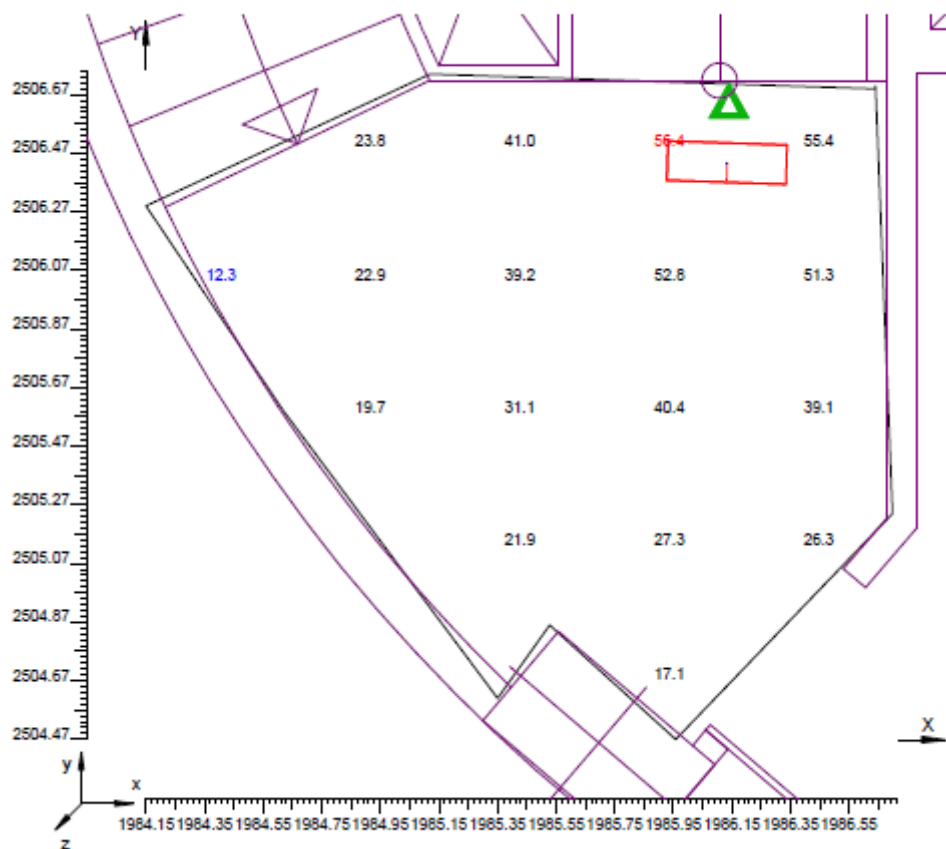


Figura 3.2.5.5.6.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

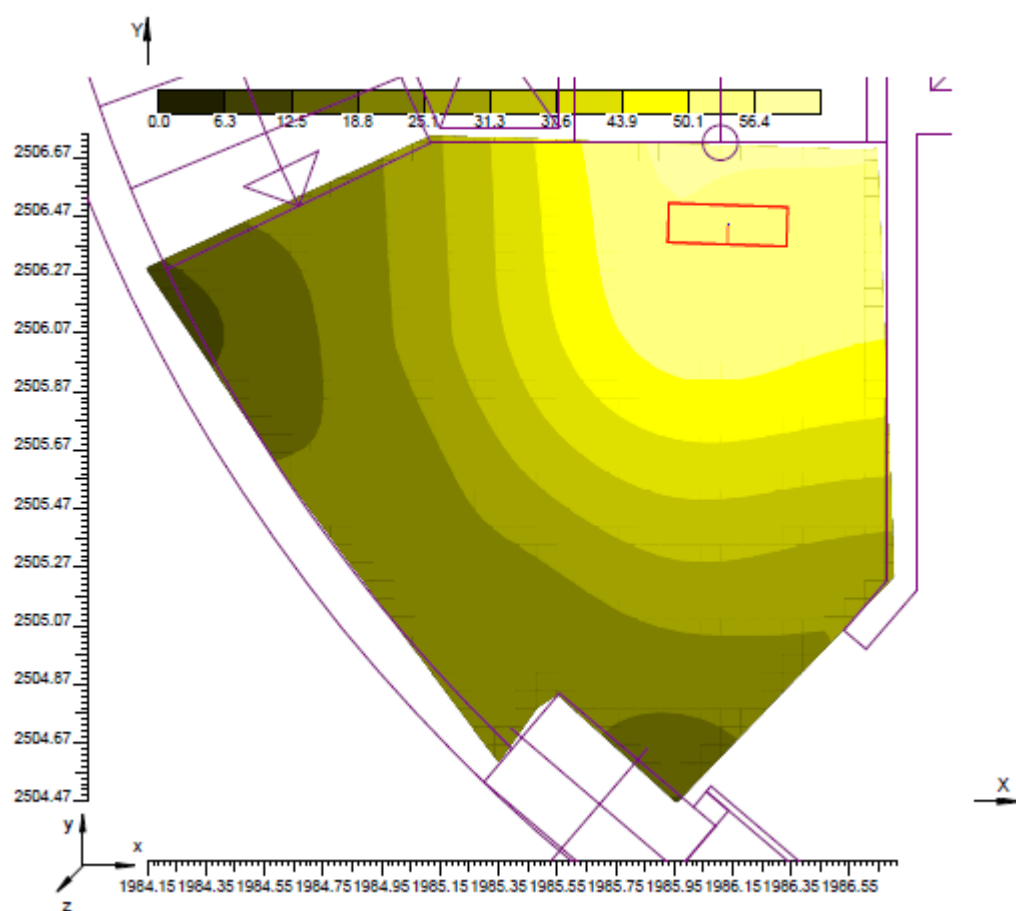


Figura 3.2.5.5.6.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6 sótano 2:

3.2.5.6.1 Garaje parte 1:

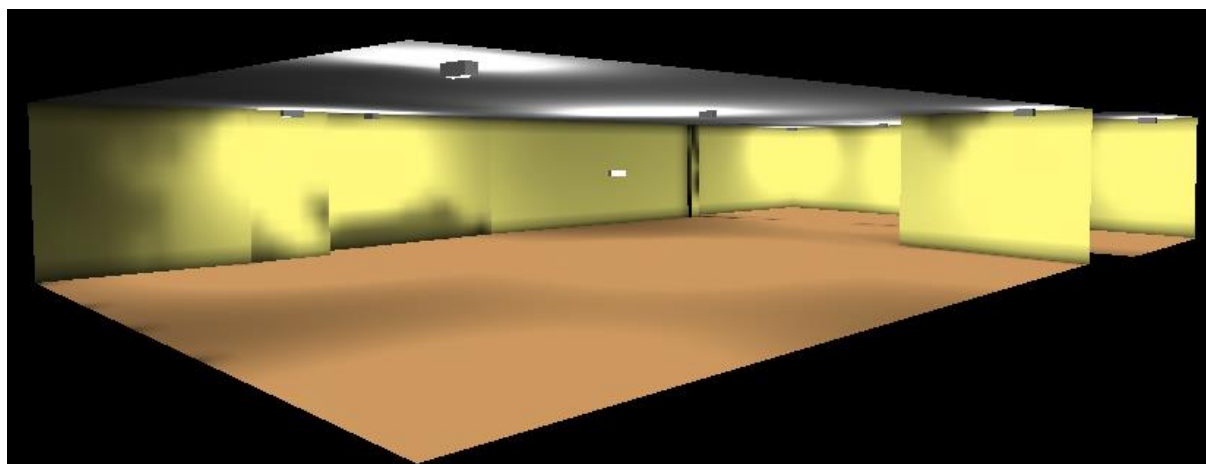


Figura 3.2.5.6.1.1 Garaje parte 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	294.00 m2
Iluminancia Media	10.55 lx
Potencia Específica	0.37 W/m2
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	3.55 W/(m2 * 100lx)
Eficiencia Energética	28.19 (m2*lx)/W
Potencia Total Utilizada	110.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	10.5 lux	1.4 lux	40.3 lux	0.13	0.03	0.26
					1:7.56	1:28.87	1:3.82
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	10.5 lux	1.4 lux	40.3 lux	0.13	0.03	0.26
					1:7.56	1:28.87	1:3.82

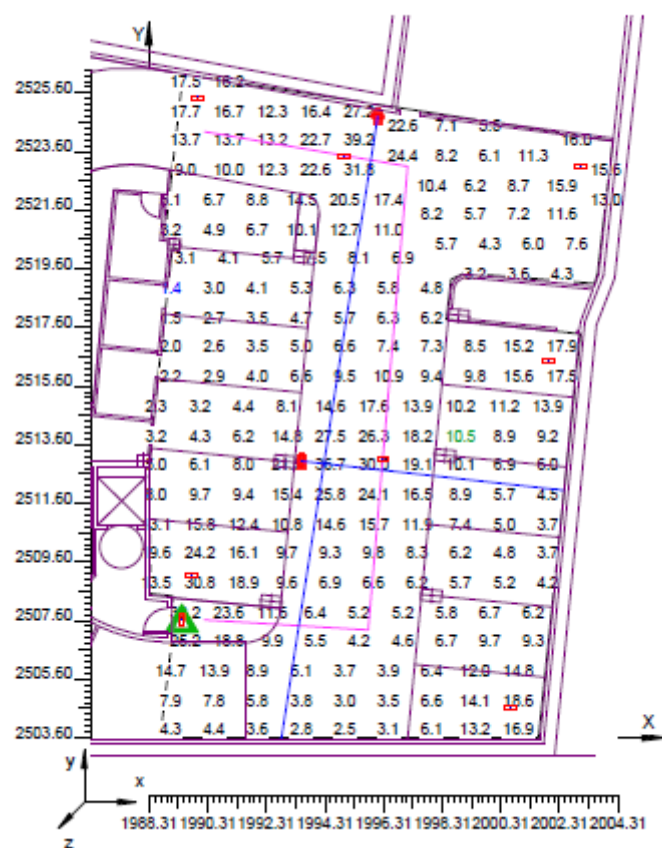


Figura 3.2.5.6.1.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

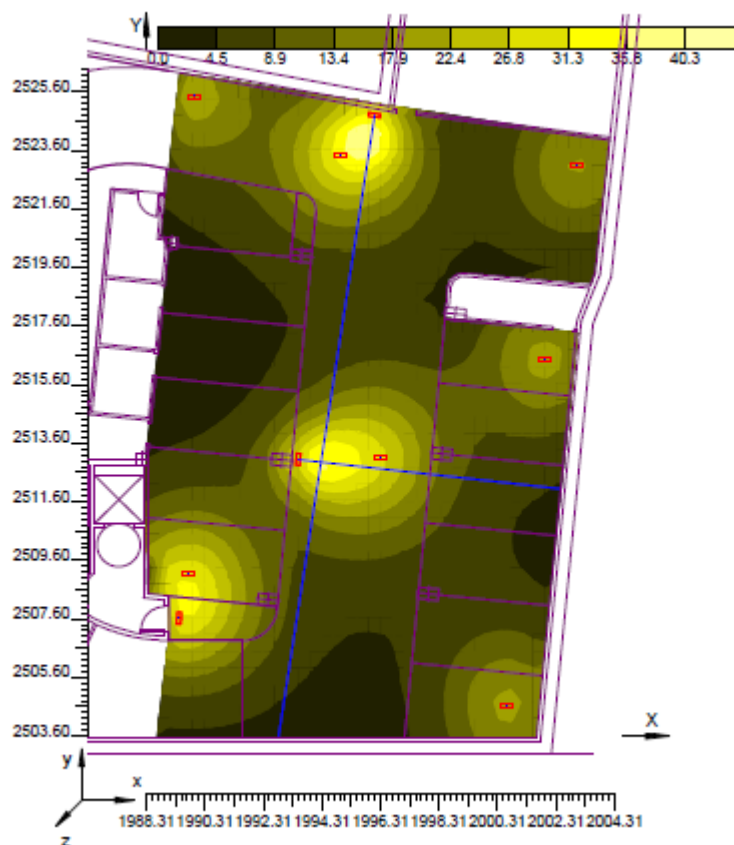


Figura 3.2.5.6.1.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6.2 Garaje parte 2:

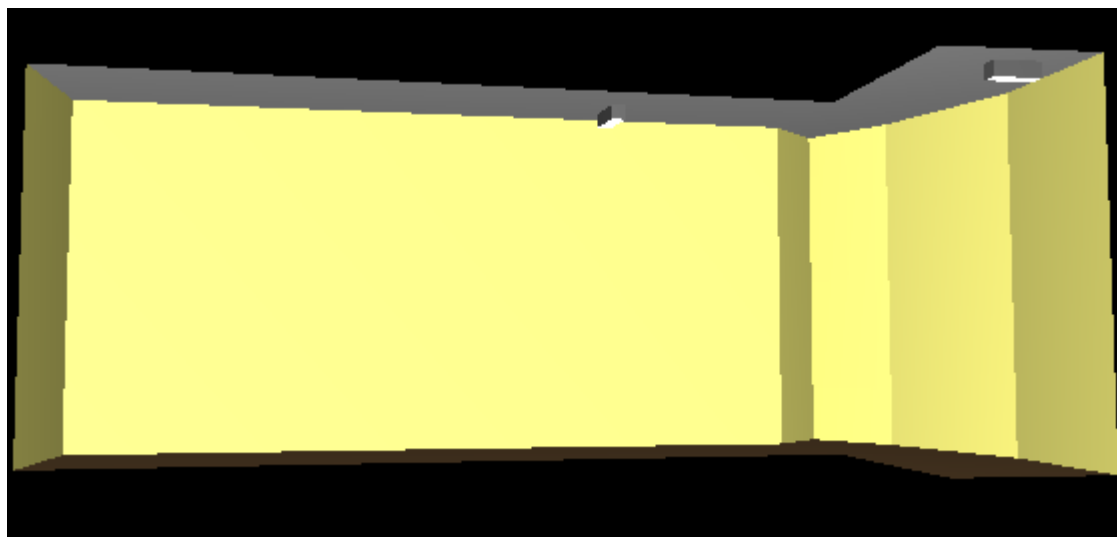


Figura 3.2.5.6.2.1 Garaje parte 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	11.81 m ²
Iluminancia Media	12.34 lx
Potencia Específica	1.86 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	15.09 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	6.63 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	12.3 lux	2.1 lux	20.4 lux	0.17	0.10	0.51
					1:5.80	1:9.56	1:1.65
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	12.3 lux	2.1 lux	20.4 lux	0.17	0.10	0.51
					1:5.80	1:9.56	1:1.65

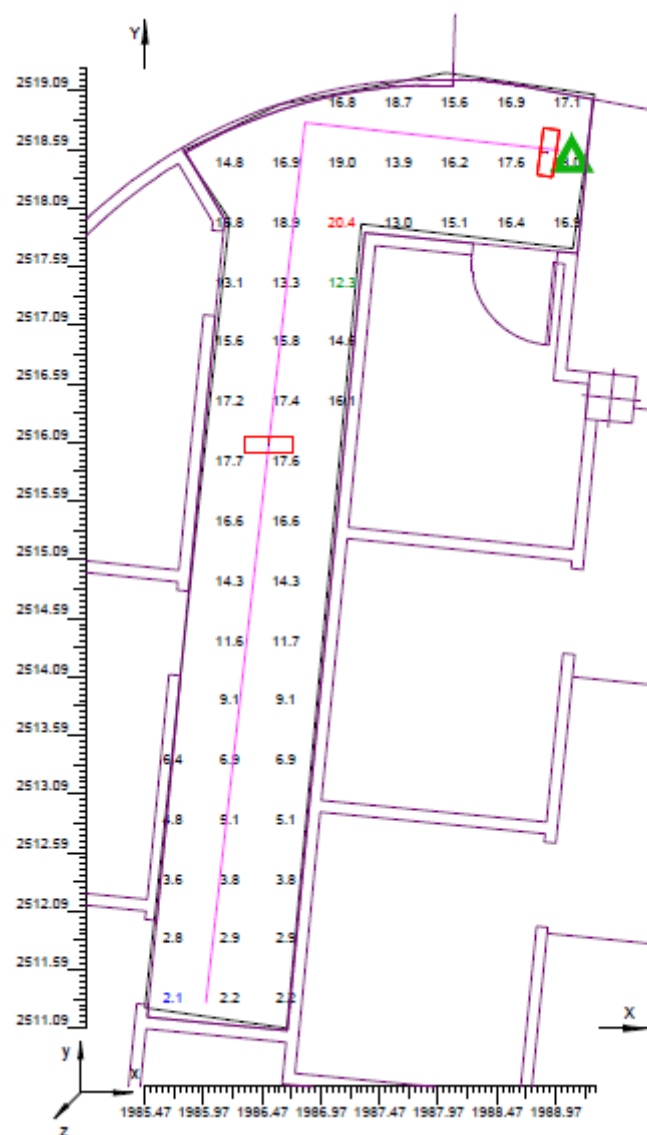


Figura 3.2.5.6.2.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

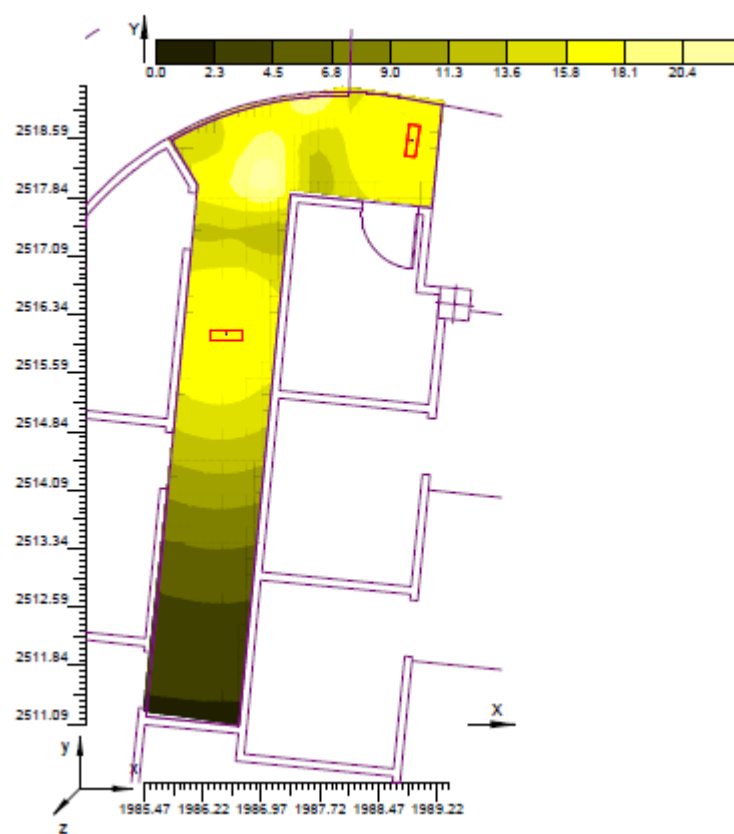


Figura 3.2.5.6.2.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6.3 Garaje parte 3:

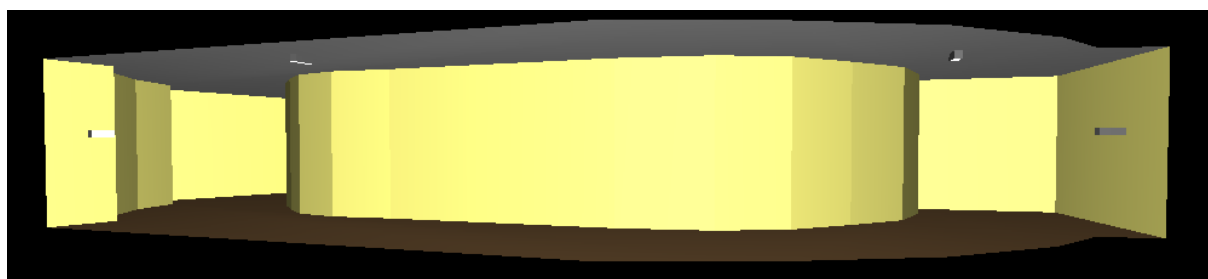


Figura 3.2.5.6.3.1 Garaje parte 3

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	102.12 m ²
Iluminancia Media	10.42 lx
Potencia Específica	0.54 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	5.17 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	19.35 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	55.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	10.4 lux	1.9 lux	30.7 lux	0.18	0.06	0.34
					1:5.42	1:16.01	1:2.95
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	10.4 lux	1.9 lux	30.7 lux	0.18	0.06	0.34
					1:5.42	1:16.01	1:2.95

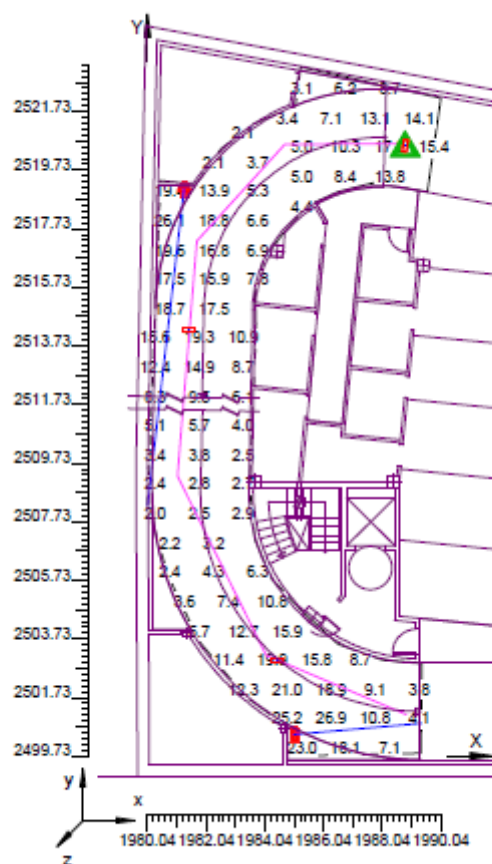


Figura 3.2.5.6.3.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

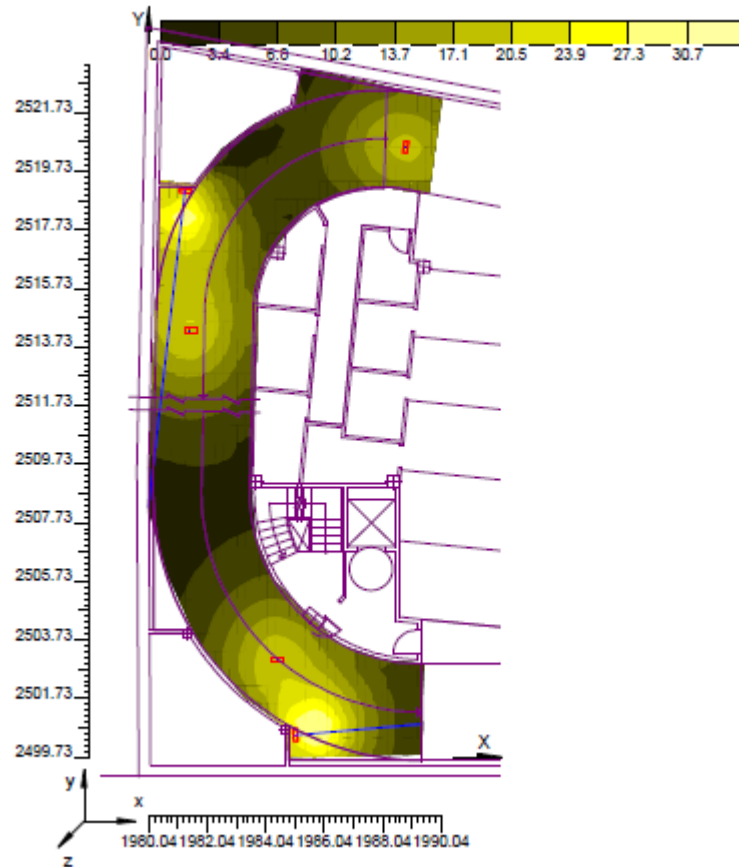


Figura 3.2.5.6.3.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6.4 Cuarto de instalaciones 3:

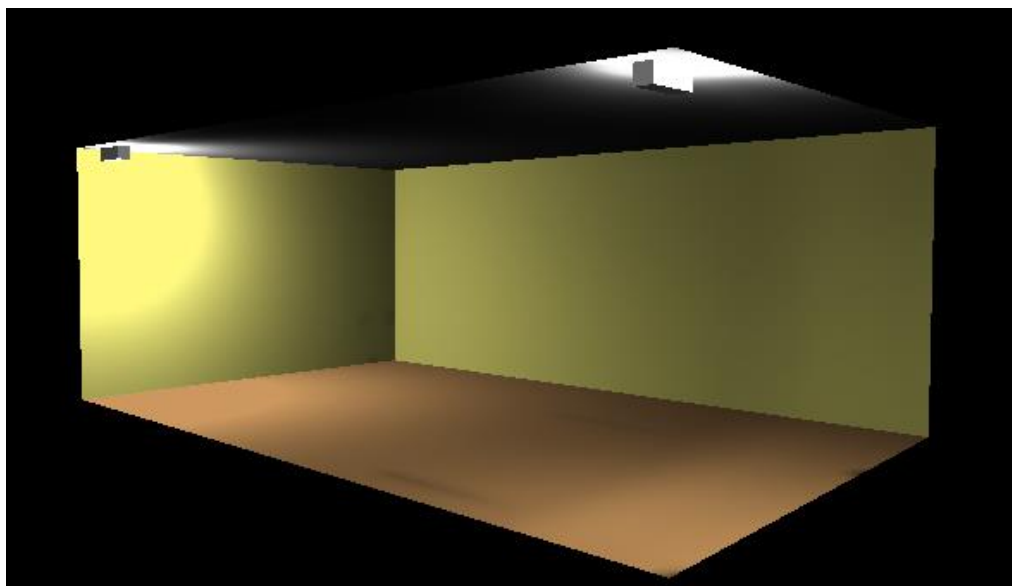


Figura 3.2.5.6.4.1 Cuarto de instalaciones 3

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	34.34 m ²
Iluminancia Media	5.36 lx
Potencia Específica	0.64 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	11.96 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	8.36 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	5.4 lux	0.8 lux	23.2 lux	0.16 1:6.39	0.04 1:27.68	0.23 1:4.33
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	5.4 lux	0.8 lux	23.2 lux	0.16 1:6.39	0.04 1:27.68	0.23 1:4.33

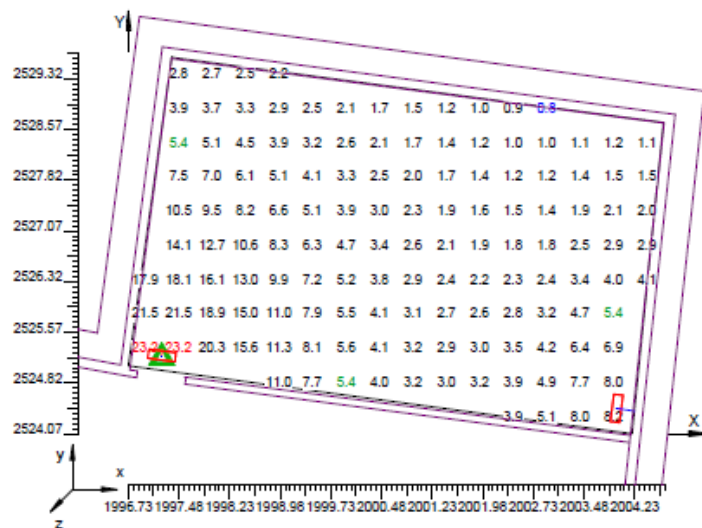


Figura 3.2.5.6.4.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

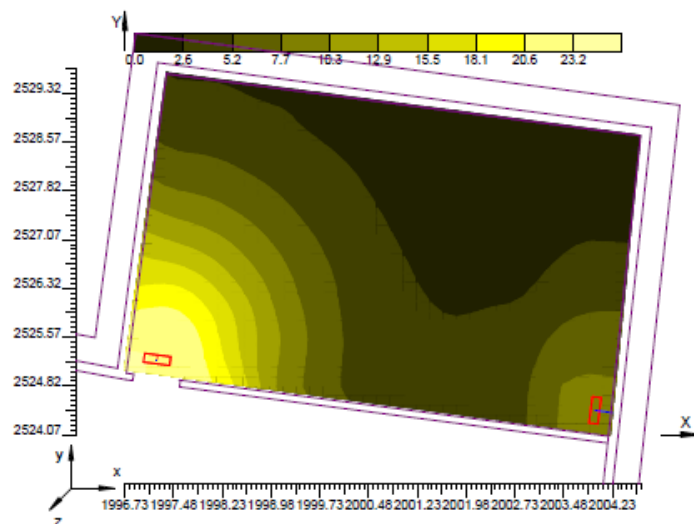


Figura 3.2.5.6.4.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6.5 Distribuidor 1:

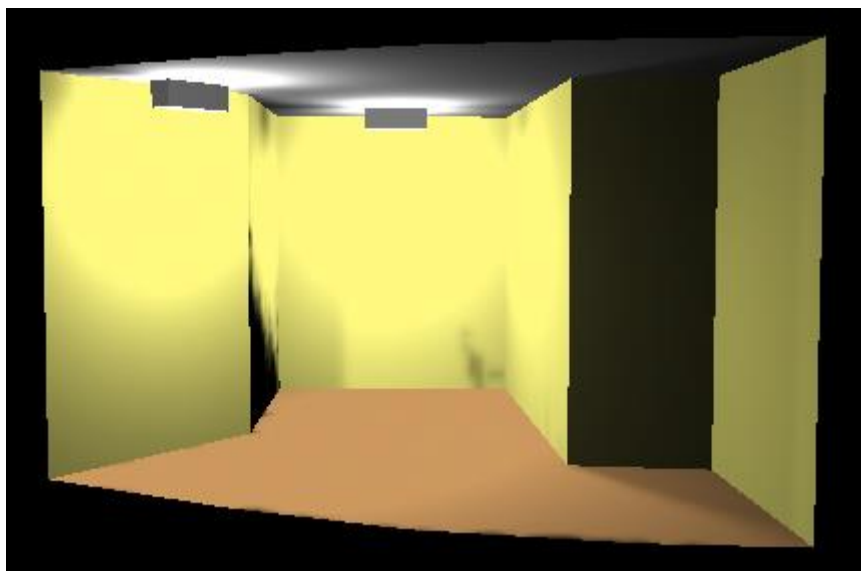


Figura 3.2.5.6.5.1 Distribuidor 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	7.34 m ²
Iluminancia Media	44.15 lx
Potencia Especifica	3.00 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	6.79 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	14.73 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	44.2 lux	7.6 lux	64.4 lux	0.17 1:5.79	0.12 1:8.44	0.69 1:1.46
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	44.2 lux	7.6 lux	64.4 lux	0.17 1:5.79	0.12 1:8.44	0.69 1:1.46

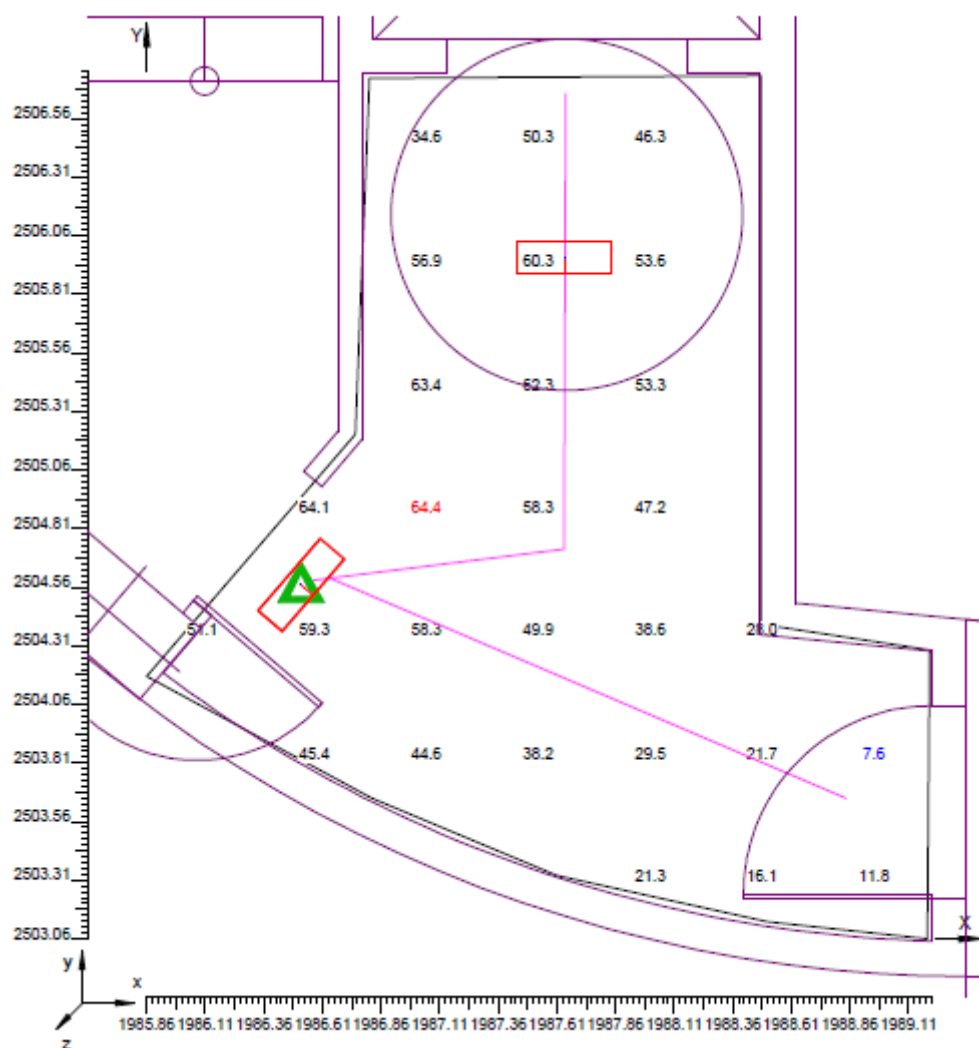


Figura 3.2.5.6.5.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

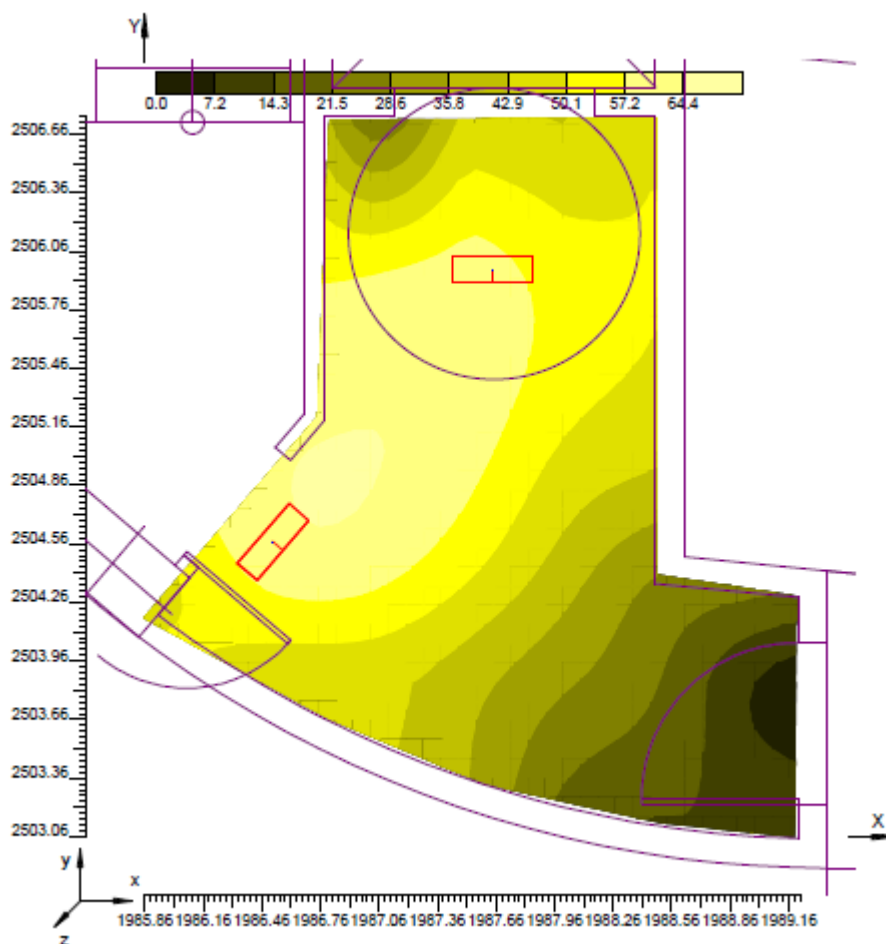


Figura 3.2.5.6.5.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.6.6 Distribuidor 2:

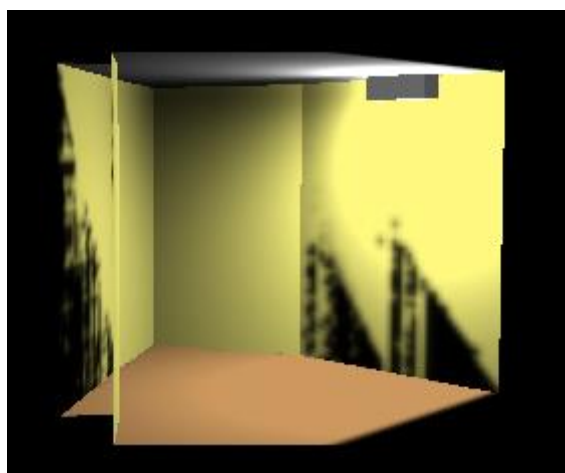


Figura 3.2.5.6.6.1 Distribuidor 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	3.92 m ²
Iluminancia Media	34.00 lx
Potencia Específica	2.81 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	8.26 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	12.11 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	11.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Iluminancia Horizontal (E)	34.0 lux	12.3 lux	56.4 lux	0.36	0.22	0.60
Suelo	Iluminancia Horizontal (E)	34.0 lux	12.3 lux	56.4 lux	1:2.77	1:4.60	1:1.66
					1:2.77	1:4.60	1:1.66

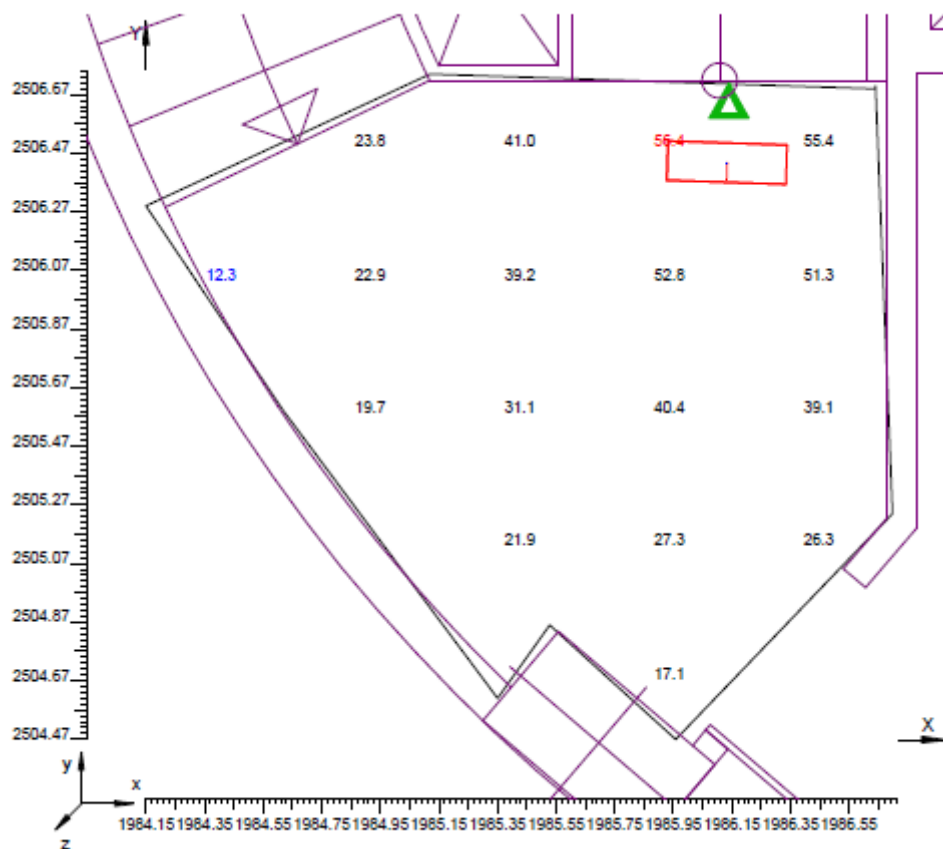


Figura 3.2.5.6.6.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

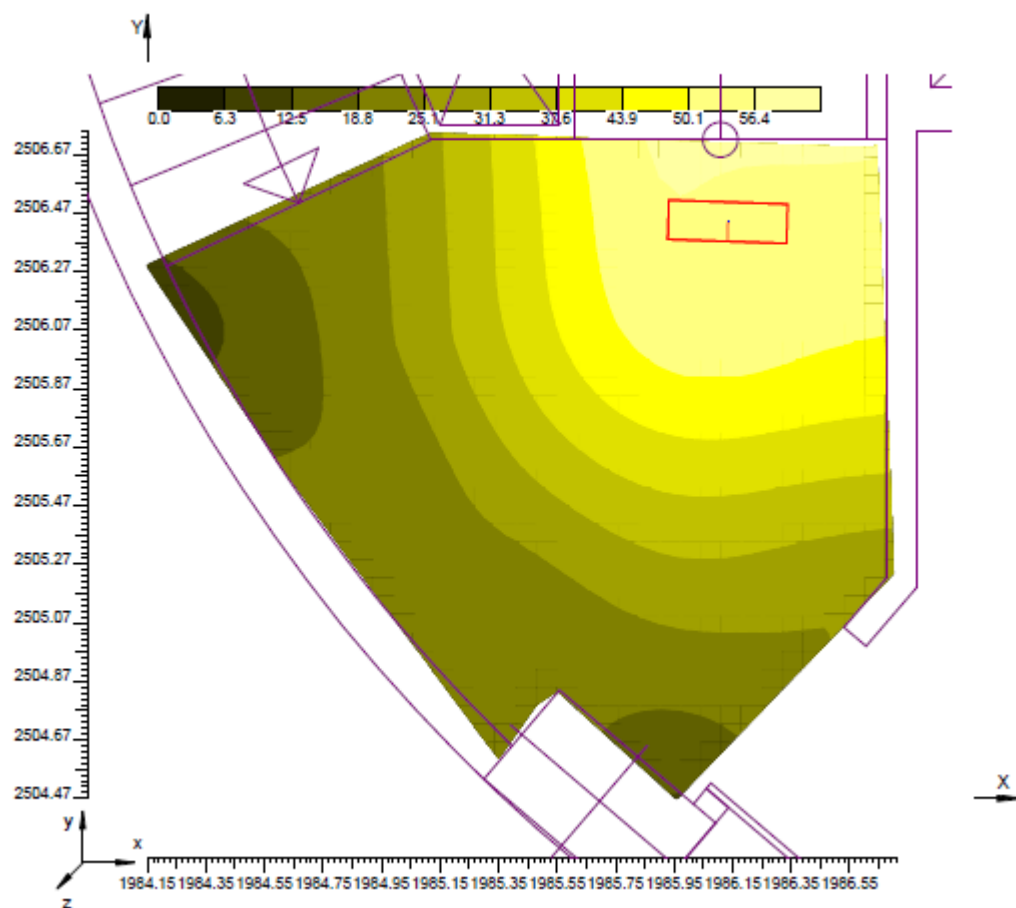


Figura 3.2.5.6.6.3 - Diagrama de luminancia

3.2.5.7 Cuarto de instalaciones 1:

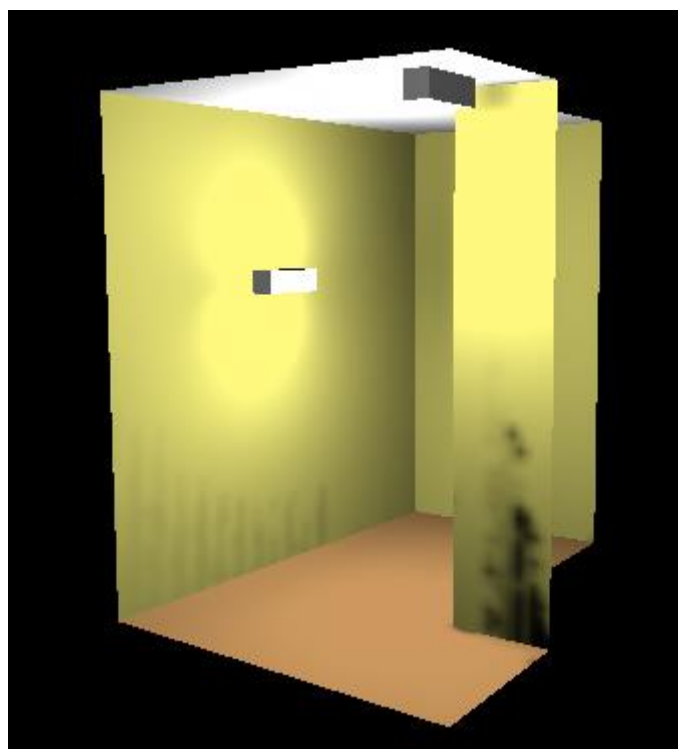


Figura 3.2.5.7.1 Cuarto de instalaciones 1

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	4.77 m ²
Illuminancia Media	29.41 lx
Potencia Especifica	4.61 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	15.68 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	6.38 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Mínimo	Máximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	29.4 lux	9.8 lux	43.7 lux	0.33	0.22	0.67
					1:3.01	1:4.48	1:1.49
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	29.4 lux	9.8 lux	43.7 lux	0.33	0.22	0.67
					1:3.01	1:4.48	1:1.49

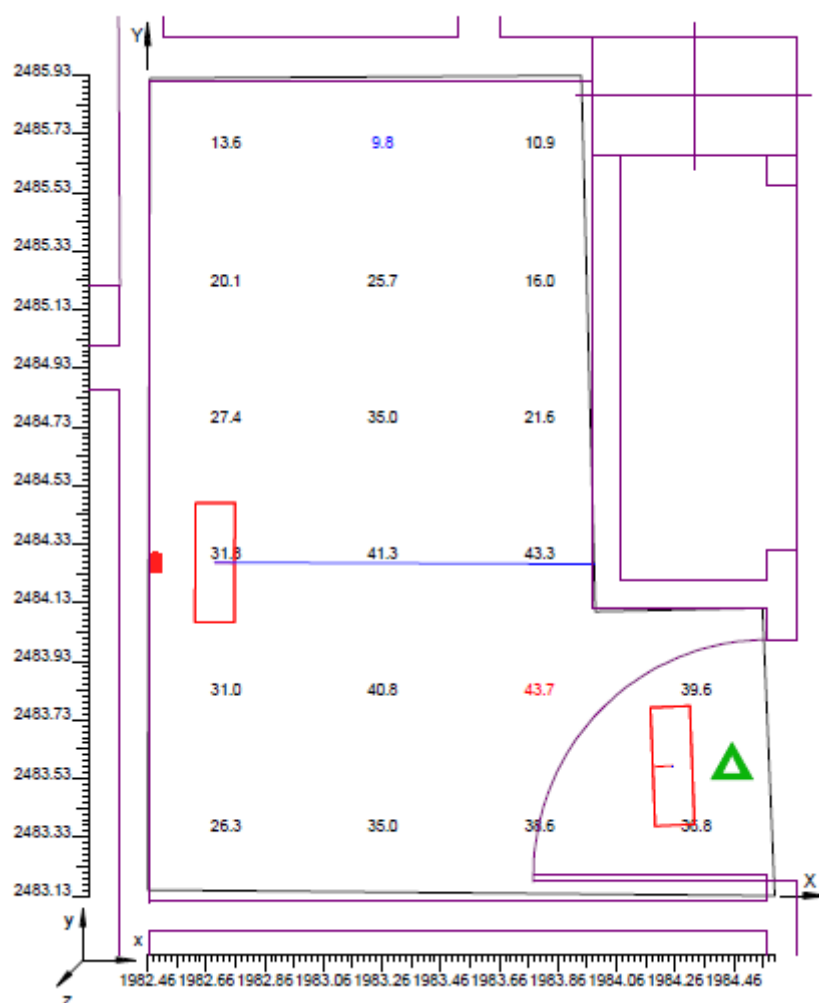


Figura 3.2.5.7.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

3.2.5.8 Cuarto de instalaciones 2:

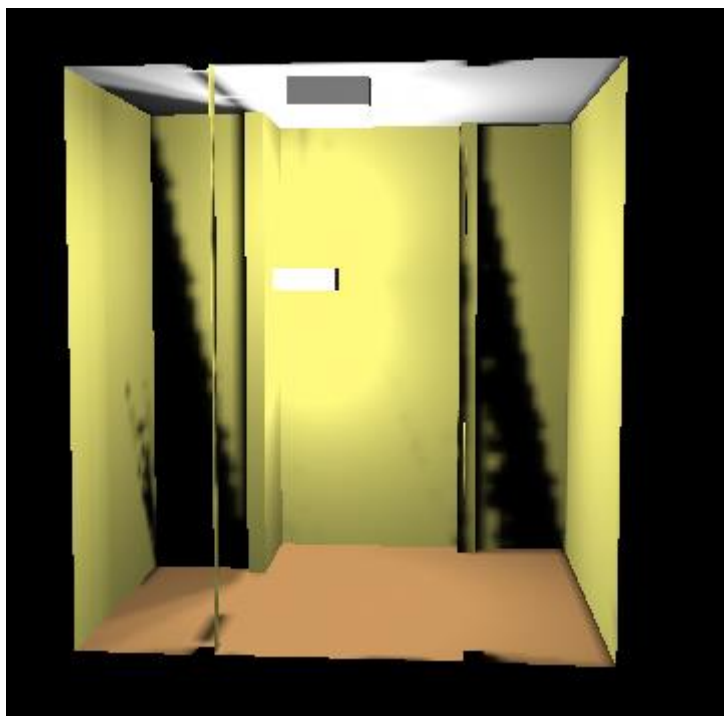


Figura 3.2.5.8.1 Cuarto de instalaciones 2

■ VALORES DE LUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

Área	5.00 m ²
Illuminancia Media	31.54 lx
Potencia Especifica	4.40 W/m ²
Valor de Eficiencia Energética (VEEI)	13.96 W/(m ² * 100lx)
Eficiencia Energética	7.17 (m ² *lx)/W
Potencia Total Utilizada	22.00 W

Superficie	Resultados	Medio	Minimo	Maximo	Min/Medio	Min/Máx	Medio/Máx
Plano de Trabajo (h=0.00 m)	Illuminancia Horizontal (E)	31.5 lux	15.6 lux	45.0 lux	0.49	0.35	0.70
					1:2.03	1:2.89	1:1.43
Suelo	Illuminancia Horizontal (E)	31.5 lux	15.6 lux	45.0 lux	0.49	0.35	0.70
					1:2.03	1:2.89	1:1.43



Figura 3.2.5.8.2 - Valores y distribución del flujo luminoso

- DIAGRAMA DE ILUMINANCIA SOBRE EL PLANO DE TRABAJO:

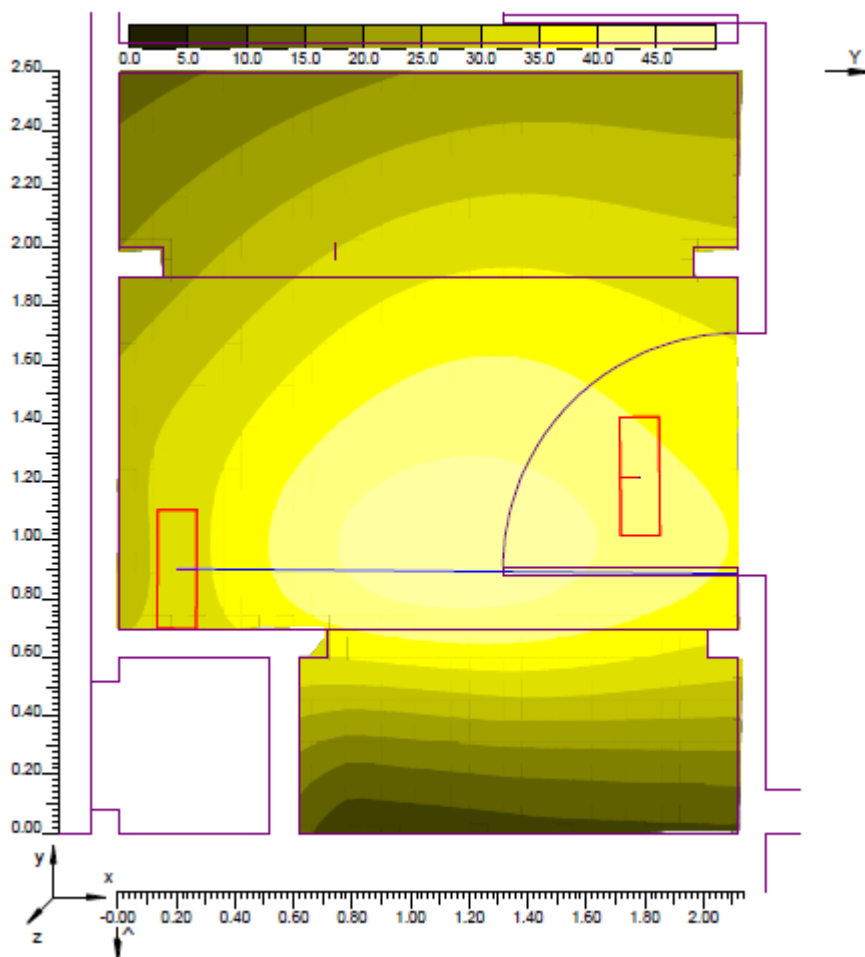


Figura 3.2.5.8.3 - Diagrama de luminancia

3.2.6 UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LOS LOCALES.

En las tablas que se presentan a continuación, se nombran las luminarias de cada local conforme a lo especificado en la documentación gráfica para así facilitar la correcta colocación de las luminarias de emergencia en la obra.

Referencias:

L.R.E. → Luminarias de señalización de rutas de evacuación

L.S. → Luminarias de señalización de salida de evacuación

L.P.S. → Luminarias de señalización de puntos de seguridad.

L.G. → Luminarias de para la iluminación general.

ESTANCIA	REF. LUM.	COLOCACIÓN	Nº LUM.	ALTURA
Distribuidores viviendas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª	L.R.E.	TECHO		2.8
	L.P.S.	PARED	1	1.8
	L.G.	TECHO		2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Portal	L.R.E.	TECHO	1	2.8
	L.P.S.	PARED	1	1.8
	L.G.	TECHO	1	2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Entrada vehículos	L.R.E.	TECHO	1	2.8
	L.P.S.	PARED	1	1.8
	L.G.	TECHO		2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Local comercial parte 1	L.R.E.	TECHO	1	2.8
	L.P.S.	PARED		1.8
	L.G.	TECHO		2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Local comercial parte 2	L.R.E.	TECHO	6	3.5
	L.P.S.	PARED	3	1.8
	L.G.	TECHO	10	3.5
	L.S.	TECHO	1	3.5
Sótano 1 Garaje parte 1	L.R.E.	TECHO	3	2.8
	L.P.S.	PARED	2	1.8
	L.G.	TECHO	5	2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Sótano 1 Garaje parte 2	L.R.E.	TECHO	1	2.8
	L.P.S.	PARED		1.8
	L.G.	TECHO		2.8
	L.S.	TECHO	1	2.8
Sótano 1 Garaje parte 3	L.R.E.	TECHO	2	2.8
	L.P.S.	PARED	2	1.8

	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 1 Equipos de ventilación y RITI	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED	1	1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 1 Garaje distribuidor 1	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED		1.8
	L.G	TECHO	1	2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 1 Garaje distribuidor 2	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED		1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Garaje parte 1	L.R.E	TECHO	2	2.8
	L.P.S	PARED	2	1.8
	L.G	TECHO	5	2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Garaje parte 2	L.R.E	TECHO	1	2.8
	L.P.S	PARED		1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Garaje parte 3	L.R.E	TECHO	2	2.8
	L.P.S	PARED	2	1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Cuarto de instalaciones 3	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED	1	1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Distribuidor 1	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED		1.8
	L.G	TECHO	1	2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Sótano 2 Distribuidor 2	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED		1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Cuarto de instalaciones 1	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED	1	1.8
	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8
Cuarto de instalaciones 2	L.R.E	TECHO		2.8
	L.P.S	PARED	1	1.8

	L.G	TECHO		2.8
	L.S	TECHO	1	2.8

Tabla 3.2.6.1 – Tipos de luminarias.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo III

INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

ÍNDICE ANEXO III: INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	3
3.3.1 OBJETIVO.....	3
3.3.2 NORMATIVA APLICABLE	3
3.3.3 PROPAGACIÓN INTERIOR	4
3.3.3.1 Compartimentación en sectores de incendio	4
3.3.3.2 Zonas de riesgo especial	6
3.3.4 EVACUACIÓN DE OCUPANTES	8
3.3.4.1 Ocupación	8
3.3.4.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación	9
3.3.4.3 Dimensionado de los elementos de evacuación	9
3.3.5 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	11
3.3.5.1 Distribución de las instalaciones contra incendios	12
3.3.5.2 Señalización de instalaciones manuales de protección contra incendios....	13
3.3.6 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS	14

3.3 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

3.3.1 OBJETIVO

En el presente anexo, tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir un edificio destinado a 18 viviendas, local comercial y 2 garajes en el Ayuntamiento de Ferrol para su seguridad en caso de incendio y para prevenir su aparición.

Se tendrán en cuenta los medios de protección exigible dada la actividad y usos asignados al edificio por la aplicación del CTE DB SI (R.D 314/2006). Las instalaciones de protección contra incendios necesarias en el local comercial será necesario justificarlas en el correspondiente Trabajo de Apertura del mismo. Las instalaciones de garaje se describen en Trabajo aparte.

3.3.2 NORMATIVA APLICABLE

Se han tenido en cuenta principalmente las siguientes normativas:

- Código Técnico de la Edificación (CTE). Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del mismo (DB-SI 4)
- Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios Real decreto 513/2017 de 22 de mayo.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normas UNE correspondientes sobre las instalaciones de protección contra-incendios indicadas.
- Ordenanzas Municipales existentes.

3.3.3 PROPAGACIÓN INTERIOR

3.3.3.1 Compartimentación en sectores de incendio

Los edificios se deben compartimentar en *sectores de incendio* según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de la sección SI 1 del CTE.

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	<ul style="list-style-type: none"> - Todo <i>establecimiento</i> debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea <i>Docente</i>, <i>Administrativo</i> o <i>Residencial Público</i>. - Toda zona cuyo <i>uso previsto</i> sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del <i>establecimiento</i> en el que esté integrada debe constituir un <i>sector de incendio</i> diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> Zona de <i>uso Residencial Vivienda</i>, en todo caso. Zona de alojamiento ⁽¹⁾ o de <i>uso Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m². Zona de <i>uso Pública Concurrencia</i> cuya ocupación prevista exceda de 500 personas. Zona de <i>uso Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m² ⁽²⁾ Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de <i>vestíbulos de independencia</i>.
<i>Residencial Vivienda</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de todo <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m². - Los elementos que separan viviendas entre sí deben ser al menos EI 60.
<i>Administrativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de todo <i>sector de incendio</i> no debe exceder de 2.500 m².
<i>Comercial</i> ⁽³⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes, la superficie construida de todo <i>sector de incendio</i> no debe exceder de: <ul style="list-style-type: none"> i) 2.500 m², en general; ii) 10.000 m² en los <i>establecimientos</i> o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y cuya <i>altura de evacuación</i> no exceda de 10 m. ⁽⁴⁾ - Las zonas destinadas al público pueden constituir un único <i>sector de incendio</i> en <i>establecimientos</i> o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio exento íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y dispongan en cada planta de <i>salidas de edificio</i> aptas para la evacuación de todos los ocupantes de las mismas. ⁽⁴⁾ - En Centros Comerciales, cada <i>establecimiento</i> de <i>uso Pública Concurrencia</i>: <ul style="list-style-type: none"> i) en el que se prevea la existencia de espectáculos (incluidos cines, teatros, discotecas, salas de baile, etc.), cualquiera que sea su superficie; ii) destinado a otro tipo de actividad cuando su superficie construida exceda de 500 m²; <p>debe constituir al menos un <i>sector de incendio</i> diferenciado, incluido el posible <i>vestíbulo común</i> a diferentes salas ⁽⁵⁾.</p>

Tabla 3.3.3.1 normas para la sectorización de incendio

Además, la resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 del mismo documento (CTE DB SI 1 Propagación interior).

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio ⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		$h \leq 15 \text{ m}$	$15 < h \leq 28 \text{ m}$	$h > 28 \text{ m}$
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ tC5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

Tabla 3.3.3.2 resistencia térmica de los materiales

Atendiendo a los criterios expuestos en estas tablas, hemos sectorizado el complejo residencial distinguiendo 3 zonas diferentes:

- Los 2 sótanos al superar los 100 m² y ser utilizados como garajes, debe siempre ser un sector de incendio diferenciado. Además, supera cada uno los 5 vehículos que establece como número máximo el CTE.
- El uso del edificio es residencial, con lo cual, las 18 viviendas y sus zonas comunes se aplican al mismo sector.
- El local comercial a pesar de tener una superficie inferior a los 500 m², supondrá un sector diferenciado al tener un acceso al edificio diferente y ser un lugar de acceso público.

Las zonas de riesgo especial y sus características serán descritas en el siguiente apartado.

SECTORIZACIÓN

SECTOR	ZONA	SUPERFICIE (m²)
1	Viviendas/zonas comunales	2272
2	Sótanos	1031,96
3	Local comercial	467
4	Zonas de riesgo especial	38,1

Tabla 3.3.3.3 sectorización de incendio en el edificio

Los elementos que separan viviendas entre sí deben ser al menos EI 90.

Las puertas de paso entre sectores de incendio cumplen una resistencia al fuego EI2 t-C5, siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realiza a través de un vestíbulo de independencia y dos puertas.

La resistencia al fuego de las puertas de acceso del sector residencial vivienda será de EI2 45-C5.

Los ascensores dispondrán en cada acceso puertas E 30 (Determinado conforme a la norma UNE-EN 81-58:2004), excepto en zonas de uso aparcamiento, en las que se debe disponer un vestíbulo de independencia. La escalera del sótano tiene categoría de especialmente protegida, por lo que dispone de puertas EI2 60-C5.

Las tapas de registro de patinillos o de conductos para instalaciones, tendrán una protección contra el fuego de EI 60.

3.3.3.2 Zonas de riesgo especial

Aplicando lo que nos exige el CTE, los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 de la sección SI 1 del DB-SI.

A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura. Los locales y zonas de riesgo especial son los siguientes.

Los locales de riesgo especial que ocupa nuestro trabajo, son:

- El cuarto de instalaciones de maquinaria para el ascensor con riesgo bajo.
- El cuarto de instalaciones eléctricas o cuarto de contadores con riesgo bajo.
- El cuarto donde irá situada la caldera de biomasa para suministro de ACS y calefacción con riesgo medio según establece la tabla anteriormente mencionada debido a que también será una zona donde circule combustible sólido, e incluso se puedan almacenar reservas del mismo.
- El cuarto de instalaciones de climatización.
- El centro de transformación.

A continuación, se expone la tabla que verifica estos datos:

	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	$100 < V \leq 200 \text{ m}^3$	$200 < V \leq 400 \text{ m}^3$	$V > 400 \text{ m}^3$
- Almacén de residuos	$5 < S \leq 15 \text{ m}^2$	$15 < S \leq 30 \text{ m}^2$	$S > 30 \text{ m}^2$
- Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m^2	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada $P^{(1)(2)}$	$20 < P \leq 30 \text{ kW}$	$30 < P \leq 50 \text{ kW}$	$P > 50 \text{ kW}$
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	$20 < S \leq 100 \text{ m}^2$	$100 < S \leq 200 \text{ m}^2$	$S > 200 \text{ m}^2$
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	$70 < P \leq 200 \text{ kW}$	$200 < P \leq 600 \text{ kW}$	$P > 600 \text{ kW}$
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones térmicas de los Edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco refrigerante halogenado	$P \leq 400 \text{ kW}$ $S \leq 3 \text{ m}^2$	En todo caso $P > 400 \text{ kW}$ $S > 3 \text{ m}^2$	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	En todo caso		
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución.			
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P : total en cada transformador	$P \leq 2\,520 \text{ kVA}$ $P \leq 630 \text{ kVA}$	$2\,520 < P \leq 4\,000 \text{ kVA}$ $630 < P \leq 1\,000 \text{ kVA}$	$P > 4\,000 \text{ kVA}$ $P > 1\,000 \text{ kVA}$
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
Residencial Vivienda			
- Trasteros ⁽⁴⁾	$50 < S \leq 100 \text{ m}^2$	$100 < S \leq 500 \text{ m}^2$	$S > 500 \text{ m}^2$

Tabla 3.3.3.2.1 clasificación de zonas de riesgo especial

Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de la sección SI 1 del DB-SI. Asimismo, los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha

reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de la compartimentación, establecidas en este DB.

Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
⁽⁵⁾	El ₂ 45-C5	2 x El ₂ 30- C5	2 x El ₂ 45 C5
Máximo recorrido de evacuación hasta alguna salida del local ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾	≤ 25 m ⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Las condiciones de *reacción al fuego* de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección.

⁽²⁾ El tiempo de *resistencia al fuego* no debe ser menor que el establecido para la estructura portante del conjunto del edificio, de acuerdo con el apartado SI 6, excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras planta ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa *el tiempo equivalente de exposición al fuego* determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma *resistencia al fuego* que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una

Tabla 3.3.3.2.2 condiciones de zonas de riesgos especiales

3.3.4 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

3.3.4.1 Ocupación

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla de la sección SI 3 del DB-SI. en función de la superficie útil de cada zona.

En aquellos recintos o zonas no incluidas en la tabla se aplicarán los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se ha tenido en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Atendiendo a los valores de la tabla mencionada, se ha hecho la siguiente estimación de ocupación por locales:

ZONA	USO	(m ² /PERSONA)	SUPERFICIE	OCUPACIÓN
Local Comercial	Comercial	2	467	234
Sótanos	Garaje	40	860,8	23
Viviendas	Residencial	20	2272	114
Riesgo especial	Según local	0	38,10	0

Tabla 3.3.4.1.1 Cálculo de nº de ocupantes

3.3.4.2 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Los sótanos y establecimientos en cada una de ellas, disponen de una única salida de evacuación. Atendiendo a esto y aplicando los criterios de la tabla 3.1 de la sección SI 3 tenemos que:

- La ocupación de cada planta no excede de 100 personas, siendo la planta baja la zona con mayor ocupación debido a que se ubica el local, con un total de 69 personas como mucho.
- La longitud de los recorridos de evacuación hasta la salida de planta, no exceden los 25 m, siendo la máxima longitud la situada en el sótano, con una longitud de 15 metros aproximadamente.
La distribución del resto de rutas de evacuación y salidas de emergencia se exponen con de talle en el anexo de planos, en los planos de alumbrado de emergencia.
- La altura considerada de evacuación de la planta no excede los 28 m ya que el edificio no llega a esa altura.

3.3.4.3 Dimensionado de los elementos de evacuación

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1 del DBSI 3

Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3) (4) (5)}$

Tabla 3.3.4.3.1 Dimensiones de los elementos de evacuación

Nuestra instalación cumple con lo establecido ya que el ancho mínimo de las puertas de evacuación instaladas es de 0.825 m, siendo el mínimo de 0.8 por norma como expone la tabla.

Asimismo, el ancho de las escaleras del edificio es de 1 metro cumpliendo con los requisitos mínimos exigidos y teniendo una capacidad de evacuación de 416 personas tal y como establece la tabla 4.2 del mismo documento.

	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32

Tabla 3.3.4.3.2 Nº de ocupantes que pueden utilizar la escalera

La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo, tal y como está hecha la instalación del edificio objeto de trabajo, cuya anchura es constante en todas las plantas y cuyas dimensiones de rellanos y de mesetas intermedias son las estrictamente necesarias en función de dicha anchura.

En zonas de uso Aparcamiento se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cumplirán las siguientes condiciones adicionales a las allí establecidas:

- El sistema es capaz de extraer un caudal de aire de 120 l/plaza-s y se activa automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección.
- Los ventiladores tienen una clasificación F300 60.
- Los conductos tienen una clasificación E300 60.

3.3.4.4. Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a lo descrito a continuación:

- Las salidas de recinto, planta del local comercial, sótano y complejo de oficinas; tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", serán fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo "Salida de emergencia" se utilizará en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Se dispondrán señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales indicativas de dirección de los recorridos, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta.
Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En los recorridos de evacuación, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación se dispondrá la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de la sección 3 del DB-SI.
- Los itinerarios accesibles para personas con discapacidad que conducen a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalizan mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores.
- Las señales son visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa cumplen lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-3:2003.

3.3.5 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Según lo establecido en el apartado 1 del DB SI 4 y atendiendo a los criterios expuestos en la tabla 1.1, en todo edificio, excepto en los de vivienda unifamiliar, se dispondrán extintores en número suficiente para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor no supere los 15 m.

Responderán a las Normas UNE 23110 y presentarán marca homologada por AENOR.

Los extintores se colocarán en lugares muy accesibles, especialmente en las vías de evacuación horizontales, y próximos a los pulsadores, a fin de unificar la situación de los elementos de protección contra incendios, de forma tal que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil. Siempre que sea posible, se situarán en los paramentos de forma tal que el extremo superior del extintor se encuentre a una altura sobre el suelo menor que 1,80 m.

Todos los extintores serán del tipo homologado con su eficacia grabada en el exterior y equipados con manguera, boquilla direccional y dispositivo de interrupción de salida del agente extintor a voluntad del operador.

3.3.5.1 Distribución de las instalaciones contra incendios.

La distribución y selección de número y tipo de extintores se ha hecho atendiendo a los criterios de la tabla 1.1 del DB SI 4. La distancia máxima desde cualquier punto de la planta hasta el acceso a un extintor, será como máximo de 15 m.

El tipo de extintor seleccionado se seleccionará en función de las características del local, distinguiendo dos tipos fundamentalmente:



Polvo seco 21 A - 113 B



(CO2) eficacia 89B

La distribución es la siguiente:

- **PLANTAS DE VIVIENDA:** Un extintor por planta. El tipo de agente extintor escogido es el polvo seco o polivalente antibrasa de eficacia 21 A - 113 B 6 Kg y una Boca de

Incendios Equipadas de 25 mm., situada en el portal de la planta baja, alimentadas directamente desde la Red Municipal mediante tubería de acero de 2”.

- LOCAL COMERCIAL: Dispondremos 3 extintores en total. El tipo de agente extintor escogido es el polvo seco o polivalente antibrasa de eficacia 21 A - 113 B 6 Kg.
- SÓTANO 1: Dispondremos 3 extintores en total, el tipo de agente extintor escogido es el polvo seco o polivalente antibrasa de eficacia 21 A - 113 B 6 Kg. Una Boca de Incendios Equipadas de 25 mm., alimentadas directamente desde la Red Municipal mediante tubería de acero de 2”. Además, y para la activación de los sistemas de Control de Humo de Incendio se instalará un sistema de Detección de Incendio, constituido por detectores y dispositivos de alarma.
- SÓTANO 2: Dispondremos 3 extintores en total, el tipo de agente extintor escogido es el polvo seco o polivalente antibrasa de eficacia 21 A - 113 B 6 Kg. Una Boca de Incendios Equipadas de 25 mm., alimentadas directamente desde la Red Municipal mediante tubería de acero de 2”. Además, y para la activación de los sistemas de Control de Humo de Incendio se instalará un sistema de Detección de Incendio, constituido por detectores y dispositivos de alarma.
- ZONAS CON RIESGO ESPECIAL: Se instalará 1 en cada zona de riesgo especial del tipo anhídrido carbónico (CO2) eficacia 89B 5 kg:
 - Uno en el cuarto de los equipos de ventilación en el sótano 1.
 - Uno en un cuarto de instalaciones 1 de la planta baja.
 - Uno en el otro cuarto de instalaciones 2 de la planta baja.
 - Uno en el otro cuarto de instalaciones 3 del sótano 2.

La distribución concreta de cada equipo de extinción a lo largo del edificio se detallará en el anexo de planos, en concreto en los planos destinados a contraincendios.

3.3.5.2 Señalización de instalaciones manuales de protección contra incendios.

- Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de

disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
 - b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
 - c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

3.3.6 INTERVENCIÓN DE BOMBEROS

En las fachadas en las que están situados los accesos del edificio, existen huecos en cada planta que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios. Dichos huecos cumplen las condiciones características:

- Se facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio por ello la altura del alféizar respecto del nivel de planta a la que se accede no es superior a 1.20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical son como mínimo de 0,80 m y 1,20 m respectivamente.
- La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos, previstos para el acceso, no es superior a 25 m medidos sobre la fachada. Además, no existen en dichos huecos elementos que impiden o dificultan la accesibilidad al interior del edificio.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo IV

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ÍNDICE ANEXO IV: INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	3
3.4.1	OBJETO DEL ANEXO	3
3.4.2	NORMATIVA Y BASES DE DISEÑO	3
3.4.3	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	4
3.4.3.1	Viviendas.....	4
3.4.3.2	Local comercial	4
3.4.3.3	Servicios generales (SS.GG.)	4
3.4.4.	PREVISIÓN DE CARGAS:.....	5
3.4.4.1	Viviendas.....	6
3.4.4.2	Local comercial	6
3.4.4.3	Servicios generales (SS.GG.)	7
3.4.5	CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP).....	8
3.4.6	LÍNEA GENERALES DE ALIMENTACIÓN	8
3.4.7	CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES.....	9
3.4.8	DERIVACIONES INDIVIDUALES	11
3.4.9	INSTALACIONES EN EL INTERIOR DE VIVIENDAS	12
3.4.9.1	Cuadro General de Distribución (CGD).....	12
3.4.9.2	Circuitos:	13
3.4.9.3	Líneas.....	13

3.3.9.4 Distribución.....	14
3.4.9.5 Instalación en cuartos de baño	14
3.4.10 SERVICIOS COMUNES	14
3.4.10.1 Luminarias.....	15
3.4.10.2 R.I.T.S y R.I.T.I.....	15
3.4.10.3 Ascensor	15
3.4.10.4 Garaje.....	16
3.4.11 LOCAL COMERCIAL	16
3.4.12 RED DE TIERRA.....	17
3.4.12.1 Red de Tierra de Estructura del Edificio.....	17
3.4.12.2 Red de Tierra Equipotencia.....	18
3.4.13 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS.....	18
3.4.13.1 Intensidad máxima admisible	19
3.4.13.2 Caída de tensión máxima admisible	20
3.4.13.3. Intensidad de cortocircuito	23
3.4.13.4. Tubos y canales protectores	25
3.4.13.5 Protecciones.....	26
3.4.14 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS (SECCIONES, PROTECCIONES Y CANALIZACIONES).....	28

3.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.4.1 OBJETO DEL ANEXO

El objetivo de este anexo es el de describir las características principales de la instalación eléctrica en B.T. 230/400 V para, en conformidad con las Normativas vigentes y de aplicación, suministrar la energía necesaria a un edificio con 18 viviendas, local comercial y 2 garajes.

3.4.2 NORMATIVA Y BASES DE DISEÑO

Para la realización de la presente Memoria se han considerado las siguientes Normativas, Reglamentos y Ordenanzas vigentes en la fecha de realización del mismo:

- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. 18 de Septiembre, número 224).
- Reglamentos y Normas sobre instalaciones eléctricas en Baja Tensión dictados por la Comunidad Autónoma correspondiente, si en su caso las hubiere.
- Normas y directrices particulares de la Compañía Suministradora.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales 31/1 995 del 8 de Noviembre de 1995 (B.O.E. de 10 de Noviembre de 1995).
- Instrucción 26/02/96 para aplicación de la anterior en la Administración del Estado (B.O.E. de 8 de Marzo de 1996).
- UNE 20-460-90 Parte 4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 20-460-90 Parte 5-54: Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.
- Normativa UNE referente a equipos, dispositivos y aparataje instalados.

Toda norma consultiva u optativa, así como las de igual rango que se promulguen durante la ejecución de las obras será aplicada en la medida y grado que señale la Dirección Facultativa.

3.4.3 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Se trata de un edificio de 8 plantas sobre la rasante de la calle y dos plantas bajo la misma.

3.4.3.1 Viviendas

La edificación presenta un núcleo vertical de comunicación. El edificio estará compuesto de un total de 18 viviendas, habiendo una única vivienda por planta y 3 dúplex en las 2 últimas plantas.

Cada vivienda contará con su propia caja general de protección (CGP) a la cual solo tendrá acceso el usuario.

3.4.3.2 Local comercial

En la planta baja del edificio se proyecta un local comercial cuya superficie útil es de 467 m². Tendrá su propia CGP que será alimentada desde la centralización de contadores al igual que las viviendas.

3.4.3.3 Servicios generales (SS.GG.)

Los garajes, situados en las plantas sótano, necesitarán ventilación forzada. Además, en el sótano 2 en cuarto de instalaciones 3 se prevé la instalación del acumulador solar térmico con su bomba de circulación, la instalación geotérmica y la caldera de bioamsa, ya que es la situación más óptima.

El edificio dispondrá (ver planos plantas), de 1 ascensor ITA-2 de capacidad para 5 personas y 400 Kg. y 1 m/seg. de velocidad.

En la planta baja, se encuentra el recinto independiente de centralización de contadores del edificio de forma "concentrada en un solo punto" de suficiente amplitud para manipular fácilmente cualquier aparato sin peligro del personal al servicio.

En la planta 6ª, se proyectan dos cuartos, uno que contendrá la maquinaria del ascensor y otro el RITS.

La superficie destinada a los servicios comunes se resume en la tabla siguiente:

OTROS DEPENDENCIAS	LOCALES	Y SUPERFICIE (m ²)
Sótano 2	Garaje	431,35
	Cuarto instalaciones 3	24
Sótano 1	Garaje	429,45
	Equipos ventilación y RITI	14,00
Portal	Cuarto electricidad	3,16
Planta baja	Cuarto de instalaciones 1	4,80
	Cuarto de instalaciones 2	5,00
Planta 6ª	RITS	0,64
	Maquinaria ascensor	1,40

Tabla 3.4.3.3.1 Superficies SS.GG

3.4.4. PREVISIÓN DE CARGAS:

Se toman como datos bases de partida las correspondientes a:

- Consumo de viviendas tipo "Electrificación básica"
- Consumo de ascensores: 9750 w. /ascensor.
- Alumbrado de escalera, portal y servicios comunes: según cálculos justificativos.

- Previsión locales: 100 w/m².

- Garaje: 20 w/m².

3.3.4.1 Viviendas

Según la Instrucción ITC-BT-10 y 25, el grado de electrificación de una vivienda será “electrificación elevada” cuando se cumpla alguna de las siguientes condiciones:

- superficie útil de la vivienda superior a 160 m².
- si está prevista la instalación de aire acondicionado.
- si está prevista la instalación de calefacción eléctrica.

Por lo tanto nuestra vivienda poseerá grado de Electrificación básica, pues la superficie útil no supera los 160 m² útiles y la calefacción eléctrica solo queda dimensionada.

Debido a lo cual se proveerá una potencia de contratación de 5750W a 230V y 50Hz.

Se obtienen los siguientes consumos en la centralización asignados a la misma:

	Viviendas	Factor de simultaneidad	Electrificación elevada	POTENCIA _(w)
VIVIENDAS	18	13,7	5750	78775

Tabla 3.4.4.1.1 Previsión de potencia en viviendas

3.4.4.2 Local comercial

De acuerdo con la ITC-BT-10, se prevé por local 100 W/m² con coeficiente de simultaneidad 1, debiendo existir con carácter obligatorio un mínimo de 3450 w.

	Superficie(m ²)	W/m ²	POTENCIA _(w)
LOCAL COMECIAL	467	100	46700

Tabla 3.4.4.2.1 Previsión de potencia en local y oficinas

3.4.4.3 Servicios generales (SS.GG.)

Atendiendo a la Guía Técnica del REBT estimaremos 8 w/m² para el alumbrado en el portal y 4 w/m² para el alumbrado en escaleras. A pesar de que toda la instalación que se haga será con iluminación LED, tomamos estos valores referencia para sobredimensionar la instalación en previsión de posibles reformas futuras.

El ascensor será un ITA 2 de 9750 w. Para el resto de consumos se estimará una potencia apropiada en función de su utilización.

SS.GG.		Superficie	W/m ²	POTENCIA _(w)
	Luz portal	20	8	160
	Luz escaleras	135	4	540
	Videoportero			200
	RITS			3450
	RITI			3450
		Tracción	ITA2	POTENCIA _(w)
	Ascensor	1,3	7500	9750
		Superficie		POTENCIA
	Garaje 2	431,35	20	8627
	Garaje 1	429,45	20	8589
	Distribuidor	47,64		71,46
	Cuarto instalaciones 1	4,8		72
	Cuarto instalaciones 2	5		75
	Cuarto instalaciones 3	24		42000
	Equipos ventilación	14		379,95
	Acceso vehículos	16,10		241,5
		TOTAL SSGG		71157,8

Tabla 3.4.4.3.1 Previsión de potencia en servicios generales

La previsión de carga total de en función de la superficie de la vivienda será entonces:

PREVISIÓN DE CARGA TOTAL (Kw)	192,63
--------------------------------------	---------------

Tabla 3.4.4.1 Previsión de carga total en la instalación

3.4.5 CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (CGP)

Próximo al acceso del edificio, se dispondrán dos Cajas Generales de Protección del tipo establecida por la empresa distribuidora con cortacircuitos fusibles en todos los conductores, con un borne de conexión para el conductor neutro, siendo las mismas precintables. Todas sus características son acordes a lo especificado en la ITC-BT 13 del REBT.

Se colocarán dos CGP7 debido a las dos acometidas, ya que no se pueden superar los 90 Kw. Dentro de las mismas se instalará cortacircuitos fusibles (APR de 160 A.) en todos los conductores de fase o polares, con poder de corte al menos igual a la corriente de cortocircuito prevista en el punto de su instalación. El neutro estará constituido por una conexión amovible y dispondrá también de un borne de conexión para su puesta a tierra si procede.

3.4.6 LÍNEA GENERALES DE ALIMENTACIÓN

Las líneas generales de alimentación unen cada C.G.P. con el módulo correspondiente de la centralización de contadores.

Su dimensionamiento se determinará en función de la carga prevista, teniendo en cuenta que una de estas no sobrepasarán los 90 kW por línea o 160 A y la otra no sobrepasará los 160 Kw por línea o 250 A, de la expresión que recoge la pérdida de carga y caída de tensión en función de la longitud de la misma (0,5%), atendiendo a las especificaciones recogidas en la ITC-BT-10 y ITC-BT-06 (Tabla II) y Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión de la Compañía Suministradora; El trazado se efectuará por lugares de uso común, con disposición de los conductores bajo tubo en montaje superficial mediante canaladura de 30x50 cm en el caso de que vayan hasta 2 líneas y de 80x30 cm en caso de que vayan más de 2. La capacidad de los tubos de protección quedará sobredimensionado en

un 100% y la carga prevista en cada línea no sobrepasará los 160 A para la de 90 Kw y de 250 A para la de 160kW.

Los conductores serán de cobre unipolares con aislamiento para 0.6/1kV, no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (normas UNE 21123, UNE-EN 50085-1 y UNE-EN 50086-1), alojados en tubos rígidos con grado de resistencia 7 cuyo diámetro interior será, dependiendo de la sección, el determinado en la ITC-BT-14.

Tendrá la instalación, al finalizar la Línea General de Alimentación, y antes de entrar en su correspondiente embarrado, una Unidad Funcional de Corte General en carga, siendo manual de 5 polos con interruptor de Corte General. Estará intercalada en el interior de un módulo de material aislante con tapa transparente del mismo material y grado de protección IP/639.

La instalación de las 2 LGA se realizará con conductores cuya sección será de 70 mm², en Cu aislado con XLPE. Irán instalados al aire en galerías ventiladas de acuerdo a lo especificado en la tabla 12 de la ITC-BT 21.

Para la sección del conductor neutro no se admitirá una sección inferior al 50% de la correspondiente al conductor de fase, no siendo inferiores a especificados en la tabla 1 de la ITC-BT 14. En esta instalación se instalará un conductor de protección de 35 mm² para la de 90 Kw y de 70 mm² para la de 160kW.

El trazado de la línea general de alimentación será lo más corto y rectilíneo posible, discurriendo por zonas de uso común, tal y como se refleja los planos de las plantas bajas.

3.4.7 CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

CENTRALIZACIÓN	VIVIENDAS (KW)	SERVICIOS COMUNES +LOCAL (KW)	POTENCIA TOTAL (KW)
1	78,775	-----	78,775
2	-----	71,16+42,7	113,86

La centralización de contadores se ubica en la planta baja, concretamente en el cuarto de instalaciones 1 destinado a electricidad y atenderá a las condiciones de diseño requeridas por la empresa suministradora.

Dicha centralización constará a parte de la mencionada Unidad Funcional de Corte, de las Unidades funcionales de Embarrado y Fusibles de seguridad, Equipos de Medida y embarrado de protección y bornes de salida.

Los embarrados, módulos de fusibles, cajas de contadores y cajas de bornes de conexiones de las derivaciones individuales se irán disponiendo en altura mínima del suelo de 0,50 m. y a una máxima de 1,80 m.

Se utilizará para su colocación un conjunto prefabricado homologado, formado por módulos de material aislante, con tapa transparente del mismo material y grado de protección IP659.

Los módulos destinados a alojar los equipos de medida de los abonados comerciales y los de los servicios comunes serán independientes a los destinados a los abonados domésticos, permitiéndose estar todos ellos conectados al mismo embarrado.

Los contadores de viviendas serán de energía activa para cada vivienda. EL garaje, los SSGG y el local comercial llevarán contador de activa y reactiva trifásico.

El local para la centralización se proyecta con fácil acceso desde zona de uso común, ventilado e iluminado adecuadamente, construido con materiales no inflamables de acuerdo con el CTE-DB-SI.

A continuación, se refleja una tabla con la composición de la centralización de contadores. Esta, se puede ver detallada en el anexo de planos, en el plano correspondiente a la misma, donde se detallará marca, modelo y características técnicas de los contadores

	COMPOSICIÓN DE LA CENTRALIZACIÓN
Centralización 1	18 contadores monofásicos a viviendas
Centralización 2	1 contador trifásico servicios comunes 1 contador trifásico para local comercial

	Previsión espacio contadores trifásicos a local
--	---

Tabla 3.4.7.1 centralización de contadores

3.4.8 DERIVACIONES INDIVIDUALES

Son las líneas que enlazan el equipo de medida de la centralización correspondiente con los dispositivos privados de mando y protección de cada abonado, pasando por los fusibles y el embarrado.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT 19.

Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida (normas UNE 21123, UNE-EN 50085-1 y UNE EN 50086-1).

La canaladura vertical estará empotrada, pero manteniendo los registros practicables en todas las plantas, situados a 20 cm de la parte inferior del forjado. Los registros ocuparán todo el ancho de la canaladura con una altura mínima de 30 cm. Las tapas serán aislantes y metálicas pudiendo recubrirse de otros materiales a efectos estéticos.

La sección de los conductores de protección estará en relación con los de fase según las tablas normalizadas. El dimensionamiento se realizará atendiendo a la carga prevista según ITC-BT-10 y 19 con caída máxima de tensión del 1%.

La sección de los tubos protectores se estimará de tal manera que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados un 100%.

La derivación individual al CMPV (cuadro de mando y protección de vivienda) de la primera vivienda es de 18 m la cual está en la segunda planta, después se le va añadiendo 3 metros a cada planta hasta llegar al 7º en la cual la longitud es de 33 metros.

Teniendo en cuenta que se instalará electrificación básica en todas las viviendas, en el siguiente cuadro se presentan las distintas secciones de las DI con sus correspondientes diámetros de tubo.

Estancia	SECCIÓN/DERIVACIÓN (mm ²)	TUBO(mm)
Local	4x16+16 TTmm ²	40
Viviendas (18)	2x25+ 25TT mm ²	40
SS.GG.	4x50+ 50TT mm ²	63

Tabla 3.4.8.1 Derivaciones individuales

3.4.9 INSTALACIONES EN EL INTERIOR DE VIVIENDAS

3.4.9.1 Cuadro General de Distribución (CGD).

A la entrada de cada vivienda se instalará en una zona de fácil acceso un cuadro general de distribución que cumple con lo establecido en la ITC-BT 17. Su envolvente se ajustará a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3 con un grado de protección IP 30 e IK07 como mínimo.

Para la vivienda tipo el cuadro consta de los siguientes elementos:

- Un IGA de corte omnipolar 2x25A con poder de corte de 4500 A.
- Dos diferenciales de 2x25A con una sensibilidad de 30mA.
- Ocho PIAS, uno para cada circuito, cuyos calibres definimos a continuación: Uno de 2x10A para alumbrado; cuatro de 2x16A para tomas de corriente monofásicas, el circuito que deriva en el trastero y para las tomas de la cocina y los baños; uno de 2x20A para lavadora y lavavajillas; dos de 2x25A para cocina y horno.
- Se omitirá la instalación de un ICP debido a que la función de corte de potencia la realizará el contador digital suministrado por la compañía.

Los elementos que protegen ante contactos directos y los de protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos cumplen con lo establecido en la ITC-BT 22 y en la ITC-BT

23 respectivamente.

Se dispondrán dos centralizaciones:

Centralización Nº1: Viviendas.

Centralización Nº2: Servicios Generales y Local Comercial.

3.4.9.2 Circuitos:

Con el fin de sectorizar y proteger la instalación de cada vivienda, se opta por la siguiente sectorización de circuitos en las viviendas tipo con electrificación básica:

- circuitos para alumbrado
- circuito para trastero.
- circuitos para tomas de corriente otros usos (obligado por REBT al superar el límite de receptores para un solo circuito)
- circuito para placa cocina y horno.
- circuito para lavadora y lavavajillas.
- circuito para tomas de corriente en baño y cocina.

La totalidad de los circuitos descritos se instalarán con líneas independientes desde cuadro general de protección.

En cálculos y esquemas adjuntos se representan las intensidades de cada elemento de protección, secciones de cable y diámetros de las conducciones de cada uno de estos circuitos.

3.4.9.3 Líneas

Los circuitos anteriormente especificados se realizarán en conductor de cobre para una tensión de servicio de 750 V y además su sección estará condicionada a que la caída de tensión sea como máximo del 3%.

El sistema elegido por los tubos en el interior de la vivienda es de instalaciones empotradas

en obra. El tubo que se empleará es de PVC corrugado, correspondiente a la instalación del tipo B de la tabla 1 de la ITC-BT-19. En el interior de cada tubo irán varios circuitos simultáneamente.

Tanto las secciones de los conductores como los diámetros de los tubos estarán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las secciones de los tubos y conductores estarán especificadas en el apartado de cálculos posteriormente expuesto.

3.3.9.4 Distribución

Como norma general se dispondrán puntos de luz sencillos en todas las dependencias a excepción de dormitorios y pasillos en que serán conmutados, o conmutados con cruzamiento.

Además del circuito de alumbrado y enchufes de alumbrado, se dispondrá otra línea de enchufes de otros usos.

En la cocina a parte de los enchufes de otros usos, se dispondrán un enchufe de 20 A. para lavavajillas, así como un enchufe de 25 A. para cocina eléctrica, y un enchufe de 20A para la lavadora.

3.4.9.5 Instalación en cuartos de baño

En los baños se han instalado tanto las luminarias como las tomas de corriente en el volumen 3 definido en la ITC-BT 27. Así solamente se precisa el diferencial para proteger ante contactos directos e indirectos. Además, los elementos estarán dotados de las envolventes homologadas según la norma UNE 20.324.

Se instalará una conexión de igual potencia que una el conductor de protección con los elementos metálicos del baño tal como se especifica la ITC-BT 27.

Todos los circuitos dispondrán de neutro independientes, así como conductor de protección de puesta a tierra.

3.4.10 SERVICIOS COMUNES

Se dispondrá de un cuadro para servicios comunes para el edificio. El cuadro de SS.GG del

edificio se situará en el cuarto de instalaciones 2 situado en la planta baja ,como se ha mencionado con anterioridad

La composición del cuadro eléctrico de servicios generales y sus características técnicas se detallarán en apartados posteriores de este anexo.

3.4.10.1 Luminarias

Se colocarán plafones en los descansillos y mesetas principales de las escaleras y pasillos comunes con pulsadores con piloto situadas próximas a los accesos según indican los planos del trabajo dotadas de alumbrado con minuterio.

La escalera y portal será iluminada por medio de un circuito común con automático de escalera, que se activará accionando uno de los pulsadores dispuestos al principio de cada planta. Se hará con sección de $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ + TT en Cu.con una protección de 10 A.

La iluminación de los cuartos de agua, electricidad, maquinaria del ascensor, bajo cubierta, rellanos, distribuidor y patio comunal dispondrán también de un circuito independiente cada uno, con una sección de $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ + TT en Cu con una protección de 10 A.

El alumbrado de emergencia se resolverá mediante aparatos autónomos de emergencia con lámpara fluorescente de 11 W, colocados en los puntos indicados en los planos.

3.4.10.2 R.I.T.S y R.I.T.I

En el RITI, situado en el sótano, se dejará prevista la instalación de los equipos y elementos para las empresas suministradoras de televisión por cable y telefonía. Se instalará la iluminación y tomas de corriente necesarias.

En el RITS se alojarán los equipos de antenas, iluminación y demás necesidades. Las características de los circuitos se detallan con posterioridad.

3.4.10.3 Ascensor

El ascensor elegido es un ITA-2 con una potencia de 7500W siendo multiplicada dicha potencia por 1,3 debido a que se instalará un motor de tracción. Su derivación saldrá del cuadro de SSGG e irá hasta la última planta a su cuadro independiente en el local habilitado

para la maquinaria del ascensor. Las características de su instalación son las siguientes

- Línea de derivación trifásica.
- Sección de fases, neutro y protección: 6 mm².
- P.I.A. de: 4x25 A.
- Diámetro de tubo: 32 mm.

La línea de alumbrado será monofásica de sección (2 x 1.5 + 2,5TT) mm² bajo tubo 20mm. Y P.I.A. 10A.

3.4.10.4 Garaje

Las plantas de los 2 sótanos se dedicarán a garaje, trasteros y un cuarto de instalaciones. Las características principales de la instalación eléctrica se detallan en este anexo más adelante.

3.4.11 LOCAL COMERCIAL

Se aplicarán los criterios expuestos en la ITC-BT-28 para la instalación eléctrica de estos locales, ya que se prevén zonas de pública concurrencia en ambos, a pesar de que el volumen de personas no sea elevado.

Estos locales cumplirán con las siguientes condiciones:

El cuadro general de distribución deberá colocarse en el punto más próximo posible a la entrada de la acometida o derivación individual y se colocará junto o sobre él, se instalará en lugares a los que no tenga acceso el público y que estarán separados de los locales donde exista un peligro acusado de incendio o de pánico, por medio de elementos a prueba de incendios y puertas no propagadoras del fuego. Los dispositivos de mando y protección establecidos en la instrucción ITC-BT-17. Cuando no sea posible la instalación del cuadro general en este punto, se instalará en dicho punto un dispositivo de mando y protección.

Del citado cuadro general saldrán las líneas que alimentan directamente los aparatos receptores o bien las líneas generales de distribución a las que se conectará mediante cajas o a través de cuadros secundarios de distribución los distintos circuitos alimentadores. Los aparatos receptores que consuman más de 16 amperios se alimentarán directamente desde el cuadro general o desde los secundarios.

En las instalaciones para alumbrado, el número de líneas secundarias y su disposición en relación con el total de lámparas a alimentar deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en los locales o dependencias que se iluminan alimentadas por dichas líneas. Cada una de estas líneas estarán protegidas en su origen contra sobrecargas, cortocircuitos, y si procede contra contactos indirectos. Atendiendo a este criterio, tanto las líneas de alumbrado como las de fuerza, se han distribuido equitativamente entre las fases R,S y T en ambos locales.

Las canalizaciones se realizarán según lo dispuesto en las ITC-BT-19 e ITC-BT-20 y estarán constituidas por conductores aislados, de tensión asignada no inferior a 450/750 V, colocados bajo tubos o canales protectores, preferentemente empotrados en especial en las zonas accesibles al público.

Los cables eléctricos a utilizar en las instalaciones de tipo general y en el conexionado interior de cuadros eléctricos en este tipo de locales, serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes a las de la norma UNE 21.123 parte 4 ó 5; o a la norma UNE 21.1002 (según la tensión asignada del cable), cumplen con esta prescripción.

Los elementos de conducción de cables con características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama” de acuerdo con las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1, cumplen con esta prescripción.

Las características técnicas de las líneas que salen de los cuadros se detallan en este mismo anexo más adelante.

La composición de los cuadros eléctricos se puede ver en el anexo correspondiente a planos en su plano correspondiente.

3.4.12 RED DE TIERRA

3.4.12.1 Red de Tierra de Estructura del Edificio

Se instalará una red de tierra de todos los elementos metálicos de la instalación, al objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar estas masas.

La línea de enlace con la toma de estará constituida por una malla realizada con conductor

de cobre desnudo, excepto para el pararrayos que será de acero. Existen seis, una para cada arqueta de puesta a tierra. El conductor se instalará enterrado y soldado a las partes metálicas de muros y pilares y por picas de acero-cobreado provistas de abrazaderas de latón y pletinas seccionadoras, todo ello dentro de arquetas registrables.

El terreno donde se hincen se tratará para conseguir una resistencia menor de 800 ohmios.

A esta red de tierra se conectarán todos los elementos eléctricos de la instalación, así como las tuberías metálicas de los aseos.

La sección para centralizaciones será la mitad de la fase de la LGA correspondiente, según la tabla 2 del apartado 3.4 de la ITC-BT-18. Es decir, 35mm² para viviendas y para el resto.

La sección para las guías del ascensor es 6mm², el mínimo para línea de tierra al ser la alimentación de 6mm² según lo expuesto en la tabla anteriormente mencionada.

El conductor de protección correspondiente al pararrayos se instalará con una sección de 50mm² en acero.

3.4.12.2 Red de Tierra Equipotencia

En los cuartos de baño se realizará una red de tierra equipotencial, dando toma de tierra con cable bicolor de 750 V. de 6 mm². de sección (ya que es la sección mayor en los circuitos interiores) unido mediante abrazaderas no férreas a la totalidad de tuberías, desagües metálicos de bañeras, lavabos y bidés y, elementos metálicos en general. Irá conectado a la derivación de la línea principal de tierra correspondiente para esa vivienda.

Los cálculos para determinar las secciones y número de picas se exponen en el apartado correspondiente a los mismos.

3.4.13 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

Para el cálculo de los conductores se tendrá en cuenta la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia de la instalación.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las

instrucciones ITC-BT-06, ITC-BT-07 e ITC-BT-19, así como las Normas UNE 20.460-3. UNE 20.460-5-523 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la Compañía Suministradora.

A continuación, se comprueba que las secciones de los conductores seleccionados cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la siguiente tabla teniendo en cuenta que instalaremos contadores centralizados:

TRAMO	Alimentación en CGP	
	Alumbrado	Fuerza
LGA (ITC-BT-14)	0,5 %	
DI (ITC-BT-15)	1 %	
Instalación Interior	3 %	5 %
TOTAL CAÍDA DE TENSIÓN	4,5 %	6,5 %

Tabla 3.4.15.1 – Caídas de tensión máximas admisibles

3.4.13.1 Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

Se ha tenido en cuenta, en principio, la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de

potencia. Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones de la *ITC-BT-19* según los casos.

- Fórmulas utilizadas:

$$I = \frac{P}{U_{FN} \times \cos\varphi} \quad \text{SISTEMA MONOFÁSICO} \quad (3.4.15.1.1)$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos\varphi} \quad \text{SISTEMA TRIFÁSICO} \quad (3.4.15.1.2)$$

Donde:

- I= Intensidad nominal del circuito en A
- P= Potencia en W
- U_{fn}= Tensión simple en V
- U= Tensión compuesta en V
- cos(φ)= Factor de potencia

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-47 los conductores que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, además, si el motor es para servicio intermitente (ascensores o bomba de pluviales), los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso inferior al 85% de la intensidad en plena carga.

3.4.13.2 Caída de tensión máxima admisible

Atendiendo a lo expuesto en la ITC-BT 19, la sección de los conductores a utilizar se

determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.

En la línea general de alimentación la caída de tensión no superará el 0,5% según la ITC-BT 14 y en la derivación individual no superará el 1% según dicta la ITC-BT 15. Todo esto teniendo en cuenta que la instalación de contadores es centralizada.

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por las siguientes fórmulas en función de si tenemos una alimentación monofásica o trifásica:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot R_{ca(Tc')} \cdot P}{U_{fn}} \quad \text{SISTEMA MONOFÁSICO} \quad (3.4.15.2.1)$$

$$\Delta V = \frac{R_{ca(Tc)} \cdot P}{U} \quad \text{SISTEMA TRIFÁSICO} \quad (3.4.15.2.2)$$

Donde:

- ΔV = Caída de tensión en la línea (V).
- P= Potencia absorbida por el receptor (W).
- U= Tensión de alimentación (V).
- $R_{ca(Tc')}$ = Resistencia de la línea a la temperatura Tc' (°C).

$R_{ca(Tc')}$ viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{ca(Tc')} = R_{cc(20)} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tc' - 20)) \quad (3.4.15.2.3)$$

Donde:

- $R_{cc(20)}$ = Resistencia en corriente continua a temperatura de 20°C(Ω).
- Tc' = Temperatura del conductor (°C).

- α = Coeficiente de temperatura a 20 °C. Para cables de cobre se considera 0,00393 y para aluminio 0.00403

$R_{cc(20)}$ viene dada por la expresión:

$$R_{cc(20)} = \frac{l}{\sigma \cdot S} \quad (3.4.15.2.4)$$

Donde:

- l = Longitud de la línea (m).
- S = Sección del conductor (mm²).
- σ = Coeficiente de conductividad (Ωmm²/m). Para Cu= 56 y para Al= 35, aunque éste varía según la temperatura del conductor.

Para el cálculo de la caída de tensión, se tomará la ρ más desfavorable, dado que ésta varía en función de la temperatura.

Si se trata de aislamiento XLPE, se calculará la ρ para la temperatura de 90°C que es la máxima que puede aguantar el conductor; en el caso de PVC la temperatura más crítica será de 70°C.

Calculamos la ρ para el XLPE o EPR y para el PVC:

▪ **XLPE o EPR:**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)]$$

$$T_{\text{máxima}} = 90^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{90^{\circ}\text{C}} ((\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (90 - 20))] = 0,022429009 = 1/44,58511743$$

▪ **PVC:**

$$\rho_{T^{\circ}\text{C}} = \rho_{20^{\circ}\text{C}} \times [1 + (\alpha \times \Delta T)]$$

$$T_{\text{máxima}} = 70^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393$$

$$\rho_{70^{\circ}\text{C}} ((\Omega \cdot \text{mm}^2)/\text{m}) = 1/56,850483 \times [1 + (0,00393 \times (70 - 20))] = 0,021046435 = 1/47,51398515$$

La temperatura $T_{c'}$ se despeja de la fórmula siguiente:

$$\frac{T_c - T_a}{T_{c'} - T_{a'}} = \frac{R_{ca(T_c)} \cdot I^2}{R_{ca(T_{c'})} \cdot I'^2} \quad (3.4.15.2.5)$$

Los valores de $R_{ca(T_c)}$ y $R_{ca(T_{c'})}$ se ponen en función de T_c y $T_{c'}$.

Donde:

- T_c = Es la temperatura máxima del conductor, 70°C para cables con aislamiento de PVC y 90°C con aislamiento en XLPE o EPR.
- T_a = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I . Se considera 40°C .
- $T_{a'}$ = Temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I' . Se considera 40°C .
- I = Intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.
- I' = Intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura $T_{c'}$, se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura $T_{c'}$.

3.4.13.3. Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_i}{\sqrt{3} \times Z_t} \quad (3.4.15.3.1)$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \times Z_t} \quad (3.4.15.3.2)$$

Donde:

- U_i = Tensión compuesta en V
- U_f = Tensión simple en V
- Z_t = Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2} \quad (3.4.15.3.3)$$

Siendo:

- $R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- $X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos

debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 * t \leq C * \Delta T * S^2 \quad (3.4.15.3.4)$$

Para $0,01 \leq 0,1$ s, y donde:

- I= Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- T= Tiempo de desconexión en s.
- C= Constante que depende del tipo de material.
- ΔT = Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S= Sección en mm².

Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético.

En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 s.

3.4.13.4. Tubos y canales protectores

Según la instrucción ITC-BT-21, Apartado 1.2, los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada

por los conductores.

En este caso se trata de tubos aislantes corrugados y rígidos curvables en caliente, por lo tanto, los diámetros mínimos vendrán dados por las tablas 2, 5 y 7 de la citada instrucción, según vayan los tubos en canalizaciones fijas en superficie, empotradas o bien en canalizaciones aéreas o con tubos al aire respectivamente.

3.4.13.5 Protecciones

Se emplearán los criterios expuestos en la Norma UNE-HD 60364-4-43 para la instalación óptima de los dispositivos de protección garantizando la misma contra las sobreintensidades.

▪ PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGA DE INTENSIDAD

El punto 433.1 de la mencionada UNE dicta que, para que la línea quede protegida contra sobrecargas, debe existir una coordinación entre conductores y dispositivos de protección las cuales se describen a continuación:

$$\diamond I_b \leq I_n \leq I_z \text{ cable} \quad (3.4.15.5.1)$$

$$\diamond I_2 \leq 1.45 \times I_z \text{ cable} \quad (3.4.15.5.2)$$

Donde:

- I_b = Intensidad de diseño del circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad permanente admisible del conductor.
- I_2 = Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección. (Intensidad de disparo)

El fabricante o la norma de producto deben de proveer la intensidad efectiva asegurada en funcionamiento I_2 del dispositivo de protección.

A continuación se representa una tabla que esquematiza lo anteriormente descrito:

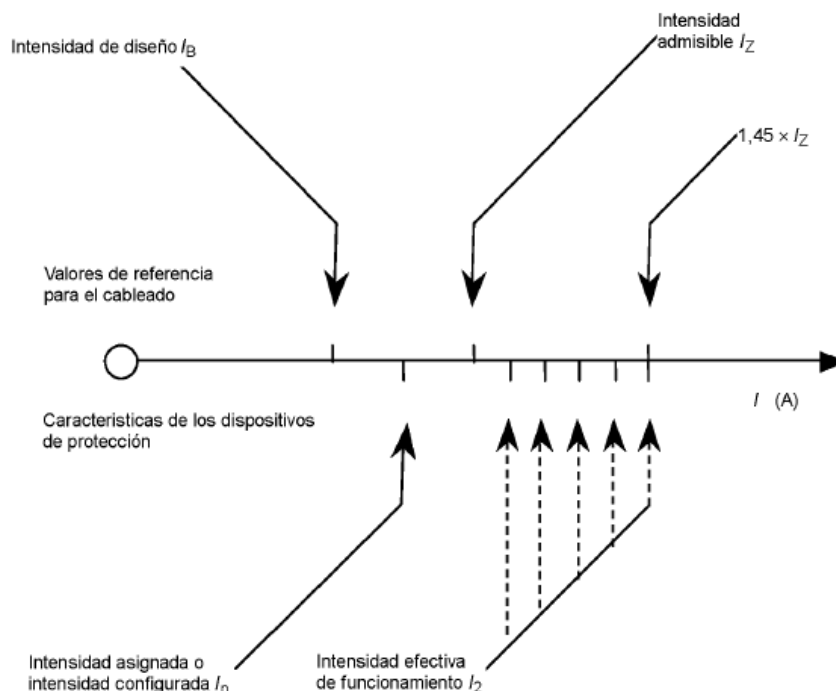


Figura 3.3.15.5.1 – Coordinación de protecciones

▪ PROTECCIÓN CONTRA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

El apartado 434.5 de la UNE anteriormente mencionada nos dice que para que la línea quede protegida ante defectos de cortocircuito, el poder de corte del dispositivo de protección, no debe ser inferior a la máxima intensidad de cortocircuito prevista en el lugar de la instalación:

$$\diamond I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}} \quad (3.4.15.5.3)$$

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura.

- Se permite un poder de corte inferior si se instala otro dispositivo de protección con el poder de corte necesario en la parte de la alimentación. En este caso, se deben de coordinar las características de los dispositivos para que la energía que se deja pasar a través de estos dispositivos, no exceda la que puede resistir el dispositivo de carga y los conductores.

3.4.14 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS (SECCIONES, PROTECCIONES Y CANALIZACIONES)

3.3.14.1 Línea general de alimentación

Caída de tensión máxima 0.5%.

Se calcula teniendo también en cuenta la potencia prevista de la iluminación y consumos exteriores, que son descritos en sus anexos correspondientes.

Zona	P (kW)	Long (m)	$\Delta V(\%)$	$S\Delta V (mm^2)$	$S_{min}\Delta V (mm^2)$	I (A)	I _{adm} (A)	Cos ϕ_i	Tubo	Protec (A)
L.G.A 1	78,78	15	0.5	31,71	70	142,13	149	0,81	140	4x160
L.G.A 2	113,96	15	0.5	45,83	150	205,42	236	0,81	160	4x250

(Tabla 3.3.14.1.1)

3.3.14.2 Derivaciones individuales

Caída de tensión máxima 1%

Zona	P (kW)	Long (m)	$\Delta V(\%)$	$S\Delta V$ (mm ²)	$S_{\min}\Delta V$ (mm ²)	I (A)	I _{adm} (A)	Tubo	Protec (A)
Ascensor	9,75	38	0,83	4,97	6	17,59	27	40	4x25 A
Local comercial	42,7	15	0,34	17,19	25	61,63	64	40	4x25 A
Garajes	17,22	15	0,34	6,93	10	26,61	37	40	4x25 A
SS.GG.	12,35	5	0,14	1,66	6	18,75	27	40	4x25 A
P. primera A	5,75	12,2	0,57	5,69	10	25	40	40	2x25 A
P. primera B	5,75	15,1	0,70	7,05	10	25	40	40	2x25 A
P. primera C	5,75	15,6	0,73	7,28	10	25	40	40	2x25 A
Planta 2ª A	5,75	14,7	0,69	6,86	10	25	40	40	2x25 A
Planta 2ª B	5,75	17,6	0,82	8,21	10	25	40	40	2x25 A
Planta 2ª C	5,75	18,1	0,53	8,45	16	25	54	40	2x25 A
Planta 3ª A	5,75	17,2	0,80	8,03	10	25	40	40	2x25 A
Planta 3ª B	5,75	20,1	0,59	9,38	16	25	54	40	2x25 A
Planta 3ª C	5,75	20,6	0,60	9,61	16	25	54	40	2x25 A
Planta 4ª A	5,75	19,7	0,57	9,19	16	25	54	40	2x25 A
Planta 4ª B	5,75	22,6	0,66	10,55	16	25	54	40	2x25 A
Planta 4ª C	5,75	23,1	0,67	10,78	16	25	54	40	2x25 A
Planta 5ª A	5,75	22,2	0,65	10,36	16	25	54	40	2x25 A
Planta 5ª B	5,75	25,1	0,73	11,71	16	25	54	40	2x25 A
Planta 5ª C	5,75	25,6	0,75	11,95	16	25	54	40	2x25 A
P. dúplex A	5,75	24,7	0,46	11,53	25	25	70	40	2x25 A

P. dúplex B	5,75	27,6	0,52	12,88	25	25	70	40	2x25 A
P. dúplex C	5,75	28,1	0,52	13,11	25	25	70	40	2x25 A

(Tabla 3.3.14.2.1)

3.3.14.3 Circuitos de viviendas

Caida de tensión máxima 3%.

Los circuitos de distribución interna independientes se denominan y se distribuyen según indicaciones de la instrucción de la siguiente forma:

Viviendas Tipo A y B (Plantas 1ª a 5ª).

Circuito	Uso	PIA (A)	Sección fase- neutro (mm²)	Tubo (mm)
C1a	Alumbrado	10	1,5	20
C2a	Tomas Corriente	16	2,5	20
C2b	Tomas Corriente	16	2,5	20
C3	Cocina/Horno	25	6	25
C4a	Lavadora y lavavajillas	16	2,5	20
C4b	Secadora	16	2,5	20
C4c	Termo	16	2,5	20
C5a	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20

C5b	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20
C6	Trastero	16	2,5	20
C7a	Calefacción Eléctrica	25	6	25
C7b	Calefacción Eléctrica	25	6	25

(Tabla 3.3.14.3.1)

- C1 -Puntos de iluminación de la vivienda.
- C2 - Tomas de corriente de uso general, del frigorífico y del extractor
- C3- Cocina y horno.
- C4- Instalación lavadora y lavavajillas, termo eléctrico y secadora.
- C5- Tomas del cuarto de baño y del cuarto de cocina (tomas del plano de trabajo en la cocina).
- C6- Punto de Luz y Toma en Trasteros.
- C7 – Circuitos para Calefacción Eléctrica (Dividimos en 2 circuitos con hasta 5750 W para cada uno).

Los circuitos C2 de tomas de uso general y C5 de tomas de cuarto de baño y cuarto de cocina se desdoblan para todas las viviendas pues tienen más de 20 y 6 tomas de corriente respectivamente.

Viviendas Tipo C (Plantas 1ª a 5ª).

Circuito	Uso	PIA (A)	Sección fase- neutro (mm²)	Tubo (mm)
C1a	Alumbrado	10	1,5	20
C1b	Alumbrado	10	1,5	20

C2a	Tomas Corriente	16	2,5	20
C2b	Tomas Corriente	16	2,5	20
C3	Cocina/Horno	25	6	25
C4a	Lavadora y lavavajillas	16	2,5	20
C4b	Secadora	16	2,5	20
C4c	Termo	16	2,5	20
C5a	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20
C5b	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20
C6	Trastero	16	2,5	20
C7a	Calefacción Eléctrica	25	6	25
C7b	Calefacción Eléctrica	25	6	25

(Tabla 3.3.14.3.2)

- C1 -Puntos de iluminación de la vivienda.
- C2 - Tomas de corriente de uso general, del frigorífico y del extractor
- C3- Cocina y horno.
- C4- Instalación lavadora y lavavajillas, termo eléctrico y secadora.
- C5- Tomas del cuarto de baño y del cuarto de cocina (tomas del plano de trabajo en la cocina).
- C6- Punto de Luz y Toma en Trasteros.
- C7 – Circuitos para Calefacción Eléctrica (Dividimos en 2 circuitos con hasta 5750 W para cada uno).

Los circuitos C2 de tomas de uso general y C5 de tomas de cuarto de baño y cuarto de cocina se desdoblan para todas las viviendas pues tienen más de 20 y 6 tomas de corriente respectivamente.

Viviendas Tipo Dúplex.

Circuito	Uso	PIA (A)	Sección fase- neutro (mm ²)	Tubo (mm)
C1a	Alumbrado	10	1,5	20
C1b	Alumbrado	10	1,5	20
C2a	Tomas Corriente	16	2,5	20
C2b	Tomas Corriente	16	2,5	20
C3	Cocina/Horno	25	6	25
C4a	Lavadora y lavavajillas	16	2,5	20
C4b	Secadora	16	2,5	20
C4c	Termo	16	2,5	20
C5a	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20
C5b	Tomas Cocina/Baños	16	2,5	20
C6	Trastero	16	2,5	20
C7a	Calefacción Eléctrica	25	6	25
C7b	Calefacción Eléctrica	25	6	25

(Tabla 3.3.14.3.3)

- C1 -Puntos de iluminación de la vivienda.
- C2 - Tomas de corriente de uso general, del frigorífico y del extractor
- C3- Cocina y horno.
- C4- Instalación lavadora y lavavajillas, termo eléctrico y secadora.
- C5- Tomas del cuarto de baño y del cuarto de cocina (tomas del plano de

- trabajo en la cocina).
- C6- Punto de Luz y Toma en Trasteros.
- C7 – Circuitos para Calefacción Eléctrica (Dividimos en 2 circuitos con hasta 5750 W para cada uno).

Los circuitos C2 de tomas de uso general y C5 de tomas de cuarto de baño y cuarto de cocina se desdoblan para todas las viviendas pues tienen más de 20 y 6 tomas de corriente respectivamente.

3.3.14.4 Circuitos local comercial

Circuito	Uso	PIA (A)	Sección fase- neutro (mm²)	Tubo (mm)
C1	Alumbrado	10	1,5	20
C2	Tomas Corriente	16	2,5	20

(Tabla 3.3.14.4.1)

- C1 -Puntos de iluminación de la vivienda.
- C2 - Tomas de corriente de uso general, del frigorífico y del extractor.

3.3.14.5 Circuitos SS. GG.

Caída de tensión máxima aplicada 3%.

Circuito	P (kW)	Long (m)	$\Delta V(\%)$	$S\Delta V$ (mm ²)	$S_{\min}\Delta V$ (mm ²)	I (A)	I _{adm} (A)	Tubo	Protec (A)
Portal	0,16	13,1	0,11	0,17	1,5	0,70	13	40	2x10 A
Cuarto instalaciones 1	0,07	6	0,02	0,04	1,5	0,31	13	40	2x10 A
Cuarto instalaciones 2	0,08	5	0,02	0,03	1,5	0,33	13	40	2x10 A
Distribuidor viviendas	0,71	23	0,53	1,33	2,5	3,11	17,5	40	2x10 A
Escaleras viviendas	0,54	23	0,67	1,01	1,5	2,35	13	40	2x10 A
Equipos de ventilación y RITI	0,38	10	0,21	0,31	1,5	1,65	13	40	2x10 A
Acceso vehículos	0,24	13	0,17	0,25	1,5	1,05	13	40	2x10 A
Cuarto de instalaciones 3	42,01	15	0,67	16,91	25	60,63	64	50	2x10 A
M. ascensor	9,75	38	0,83	1,66	6	17,59	27	40	2x10 A
Garaje 1	8,59	13	0,50	3,00	6	12,40	27	40	2x10 A
Garaje 2	8,63	15	0,58	3,47	6	12,45	27	40	2x10 A

(Tabla 3.3.14.5.1)

Equipos	Cantidad	Potencia (kW)	Total	Protec (A)
Bomba Pluviales	1	2	2	2*10 A
Impulsor	2	1,5	3	2*10 A
Extractor	2	0,75	1,5	2*10 A
Bomba sótano	1	1	1	2*10 A
Motor Puerta Garaje	1	0,75	0,75	2*10 A
Bomba Calor	1	41,6	41,6	4*63 A

(Tabla 3.3.16.5.2)



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo V

INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

ÍNDICE ANEXO V: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

3.5 FONTANERÍA.....	4
3.5.1. OBJETO DEL ANEXO.....	4
3.5.2 NORMATIVA.....	4
3.5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	4
3.5.4 REQUISITOS DE DISEÑO:	5
3.5.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.....	7
3.5.5.1 Acometida.....	7
3.5.5.2 Llaves de Toma, Registro y de Paso	7
3.5.5.3 Llave de corte general.....	7
3.5.5.4 Filtro de instalación general.....	7
3.5.5.5 Centralización de contadores:.....	8
3.5.6 DERIVACIONES PARTICULARES.....	9
3.5.7 DERIVACIONES COLECTIVAS	10
3.5.8 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN	11
3.5.8.1 Dimensionado de Caudales	11
3.5.8.2 Dimensionado de los tramos:.....	13

3.5.8.2.1 Pérdidas de carga	13
3.5.8.2.2 Diámetros	18
3.5.8.2.2.1 Diámetro acometida	18
3.5.8.2.2.1 Diámetros edificio	19
3.5.8.3 Dimensionado de la red de ACS	20
3.5.9 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS	20
3.5.9.1 Agua fría:	21
3.5.9.1.1 Velocidades en tuberías	21
3.5.9.1.2 Pérdidas totales en tuberías	24
3.5.9.2 ACS:	27
3.5.9.2.1 Velocidades en tuberías	27
3.5.9.2.2 Pérdidas totales en tuberías	29
3.5.9.3 Aguas pluviales:	31
3.5.9.3.1 Velocidades en tuberías	31
3.5.9.3.2 Pérdidas totales en tuberías	31
3.5.9.2 Caudal Instalado:	32
3.5.9.2.1 Caudal instalado Agua Fría	32

3.5.9.2.2 Caudal instalado Agua Caliente	33
--	----

3.5.9.2.3 Caudal instalado Pluviales	34
--	----

3.5 FONTANERÍA.

3.5.1. OBJETO DEL ANEXO.

El Objeto del presente Trabajo de instalaciones de suministro de agua es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

Se trata de una edificación en proceso de construcción en Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol

En esta memoria se describen las características de canalizaciones y cuartos técnicos que hacen referencia a la instalación de fontanería del edificio.

3.5.2 NORMATIVA

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular la que se enumera a continuación:

- Código Técnico de la Edificación (CTE). Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del mismo (DB-HS)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2007, de 2013 de julio).
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Normas UNE de Obligado Cumplimiento para el dimensionado de tuberías y, en general, cualquier otro elemento de la Instalación de Agua.

3.5.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

Necesitaremos un suministro de agua para la edificación principal.

La edificación presenta un núcleo vertical de comunicación:

En la planta baja se localiza el portal de acceso, el local comercial y el cuarto de instalaciones.

Las plantas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª consta de tres viviendas cada una.

La planta 6ª consta de una planta Baja Duplex (3 viviendas).

La planta Bajo Cubierta consta de una planta Alta Duplex.

Las planta sótano1 está destinada a garaje y trasteros.

Las planta sótano2 está destinada a garaje y trasteros y recogida de pluviales.

El local que utilizaremos para la centralización de contadores de agua será el propio cuarto de caldera, de donde parirá el agua caliente sanitaria (A.C.S) y agua fría. La ubicación centralizada de los contadores de agua fría como de ACS se ha hecho con la intención de una mayor comodidad a la hora de su lectura y mantenimiento, además de prever solamente un único tramo de acometida de la red de agua pública.

En la centralización contabilizaremos los consumos de agua fría de cada una de las viviendas, la previsión de suministro al local comercial de planta baja y consumo de las zonas comunes.

Hidráulicamente, todas las viviendas son muy similares, ya que disponen básicamente del mismo número de consumos necesarios de suministro de fontanería.

La compañía suministradora, ofrece una presión de red de 4 Kg/cm² a nivel de planta baja.

El edificio objeto de instalación, tiene una altura útil hasta el punto más desfavorable de 21 m. Estimamos una pérdida de unos 100 kPa por cada 10 metros de altura, con lo cual la presión de pérdida será de 2,1 bares teniendo así, 1,9 bares en el último punto de consumo lo cual entra dentro de lo mínimo exigido de 1 bar. Debido a ello, no se prevé la instalación de un grupo de presión.

3.5.4 REQUISITOS DE DISEÑO:

Para el cálculo de las condiciones mínimas del suministro hemos tenido en cuenta lo siguiente:

- El caudal instantáneo mínimo de cada tipo de aparato que se muestra en la tabla del apartado HS4 del Código Técnico de Edificación. Se muestra a continuación:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla - 3.5.4.1 Caudales mínimos instantáneos

- En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - a) 100 kPa para grifos comunes;
 - b) 150 kPa para fluxores y calentadores.
- La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

3.5.5 CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO.

3.5.5.1 Acometida.

La acometida a la red de distribución pública, se realizará mediante collarín de toma o mediante pieza "T", en función de la relación existente entre el diámetro de la red y la tubería de alimentación necesaria. La canalización enterrada será de polietileno (PE 80) en la que se dispondrá la llave de registro general alojada en buzón de fundición, sujeto con dado de hormigón.

Las llaves de toma, sobre la tubería de red de distribución y de registro los maniobrará exclusivamente el suministrador.

Dentro la edificación a la que se da servicio, se dispondrá de una llave general de paso, válvula antiretorno, filtro y centralización de contadores; que serán descritos a continuación.

3.5.5.2 Llaves de Toma, Registro y de Paso

La llave de toma estará situada en la unión entre la red y la acometida.

La llave de registro irá sobre la acometida en la vía pública, junto al límite de propiedad, estando su uso permitido exclusivamente al personal de la Compañía Suministradora, y alojada en un buzón de fundición.

La llave de paso enlazará la acometida con la tubería de alimentación.

El diámetro de las llaves será el mismo que el de la acometida.

3.5.5.3 Llave de corte general.

La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro del agua al edificio, estará situada dentro del edificio, en una zona accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para su identificación. Irá en el interior del armario de contadores. Esta se situará en el cuarto de agua ubicado en la planta baja como anteriormente se ha descrito.

3.5.5.4 Filtro de instalación general.

Este filtro es el encargado de retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones

en las canalizaciones metálicas. Se instalará luego llave de corte general. Debe alojarse en el interior del cuarto de contadores. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar las tareas de limpieza y mantenimiento sin necesidad del corte del suministro.

3.5.5.5 Centralización de contadores:

El árbol de contadores contará con pletinas y contadores para cada vivienda, locales y uso común del edificio, siendo el número mínimo total de pletinas un 10% superior al número de viviendas y servicios servidos por la centralización respectiva. En nuestro caso dispondremos de una centralización de contadores. En esta centralización contabilizaremos los consumos de las 18 viviendas, el local comercial, las oficinas y los servicios comunes del edificio.

La demanda de consumo del aprovechamiento de aguas pluviales se contabilizará mediante el contador de servicios comunes, para una mayor facilidad de la instalación. Esto no supondrá un problema ya que esta demanda solamente se producirá por los inodoros y el regadío exterior común.

Se instalará una batería de contadores de polipropileno con 26 pletinas, en la cual se colocarán 39 contadores (18X2 viviendas, 2 local comercial, 1 servicios comunes) y quedarán libres 3 pletinas.

Para el consumo de A.C.S se instalará un árbol de contadores muy similar al de agua fría. A la salida de la caldera se dispondrá de un colector de donde saldrá una derivación para cada contador y de ahí saldrán las derivaciones individuales para cada consumidor.

Los contadores serán de un modelo homologado estando dotado para cada abonado de un grifo de comprobación para poder verificarlo sin necesidad de ser desmontado.

Dispondrá de dispositivos para control de contadores sin necesidad de tener que desmontarlos.

El diámetro de los tubos de cada Batería será el mismo que el del tubo de alimentación correspondiente.

Las conducciones presentarán la marca "N" concedida por AENOR y satisfarán las Normas

UNE correspondientes.

3.5.6 DERIVACIONES PARTICULARES

Desde el local de contadores partirán las redes de agua fría a las viviendas y a los servicios comunes como son los vestuarios.

En el edificio se prevén columnas montantes individuales desde contador correspondiente de agua fría a cada vivienda o abonado, realizadas en tubería de Polipropileno PN16 y discurren verticalmente por los patinillos de instalaciones proyectados a tal efecto. Para la acometida se realiza en tubería de polietileno PN80.

Cada columna dispondrá de un grifo de vaciado al comienzo de la misma, en el local donde se ubican los contadores.

La llave de paso de abonado tendrá el mismo diámetro que el tubo ascendente o montante estará situada en el interior de la propiedad y da paso a la instalación interior de cada usuario.

La derivación a la vivienda y la distribución interior se realizará en tubo de polietileno reticulado serie 3, 2, realizada por techo o empotrada en los paramentos verticales hasta los puntos de consumo, manteniéndose horizontalmente a este nivel de modo que garantice el no retorno de las aguas.

De dicha derivación parten las tuberías a cada local húmedo de la vivienda. La distribución interior de los baños será con el sistema de colectores.

Se dispondrá a la entrada de cada baño oculta en falso techo una caja que alojará los colectores de distribución de ese local húmedo.

De dichos colectores partirán las tuberías de recorrido vertical que descienden a alimentar a cada aparato de forma individual.

La instalación interior irá oculta en techo cuando discurre horizontalmente y empotrada cuando descienda a alimentar a los aparatos.

Se dispondrán llaves de paso al principio de cada local húmedo dentro de las cajas de colectores y antes de las tomas de lavadoras y lavavajillas con llaves de corte en los

manguitos de conexión de todos los aparatos excepto bañeras y duchas. Estas llaves permiten el aislamiento de la instalación y las tareas de mantenimiento del mismo.

Se dispondrán pasamuros de P.V.C. en los encuentros con los paramentos y coquilla aislante de protección, según lo especificado en el RITE.

Toda tubería habrá de separarse más de 30 cm. de toda conducción eléctrica. La tubería de agua caliente siempre discurrirá a nivel superior de la fría cuando estén en el mismo plano vertical.

En los cuartos húmedos donde se utilice el sistema de colectores para distribución interior, las tuberías se instalarán protegidos por un tubo corrugado.

El trazado esquemático de las distribuciones queda reflejado en los planos del trabajo en los que se indica los diámetros de las conducciones.

Se instalarán válvulas reductoras de presión en los montantes de alimentación a viviendas, locales, etc. de plantas bajas, en las que la presión a la entrada sea excesiva.

Los materiales empleados en la tubería y grifería de las instalaciones interiores deberán ser capaces de soportar de forma general y como mínimo, las presiones de prueba y de servicio señaladas en el CTE apartado DB-HS4

Deberán ser con el tiempo inalterables en sus propiedades físicas y tampoco alterarán ninguna de las características del agua.

3.5.7 DERIVACIONES COLECTIVAS

Desde el local de contadores partirá el suministro de agua a los vestuarios, garaje y piscina. Dispondrá de su propia llave de corte al igual que las particulares de forma que en caso de avería en cualquier punto, no deba interrumpirse todo el suministro.

En cada estancia irá una llave de corte, en sitio accesible. La instalación de las tuberías irá por el falso techo, alimentando a cada aparato de forma descendiente por la pared. Estos, también tendrán llave de corte individual

3.5.8 DIMENSIONADO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

El cálculo de las redes de distribución se ha realizado con un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos de los aparatos instalados, obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga que se obtiene con los mismos.

La determinación de caudales y el dimensionamiento de las conducciones se realiza según las condiciones indicadas en el CTE apartado DB-HS4, clasificando las viviendas, locales y resto de consumos según el caudal demandado de los aparatos y el número de grifos instalados, tanto para el circuito de agua fría como el de caliente.

3.5.8.1 Dimensionado de Caudales

Se toman los siguientes caudales instantáneos mínimos proporcionados por la tabla 2.1 de la sección HS 4 del código técnico de la edificación anteriormente expuesta, que deben recibir los aparatos domésticos para una utilización adecuada.

El caudal máximo de cada tramo será igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla - 3.5.8.1.1 Caudales mínimos instantáneos

Aplicando los criterios descritos, calculamos los caudales de cada tubería de agua fría y de agua caliente, aplicando, en cada caso las simultaneidades correspondientes, que se calcularán según las expresiones siguientes:

Factor de simultaneidad por número de aparatos

$$\checkmark \quad K = \frac{1}{\sqrt[n]{n-1}} \quad (3.5.8.1.1) \quad n = \text{número de aparatos servidos desde el tramo,}$$

con $K_a=1$ para $n=2$.

Factor de simultaneidad por número de suministros particulares

$$\checkmark \quad K = \frac{19+N}{10 \cdot (N+1)} \quad (3.5.8.1.2) \quad N = \text{nº de suministros servidos desde el tramo.}$$

Se detallan, al final de esta memoria, en el anexo de cálculos, el cálculo de caudales y sus simultaneidades correspondientes en cada suministro tipo considerado, teniendo en cuenta los mínimos:

- Simultaneidad en suministros **K > 0,2**

- Simultaneidad en el resto **K > 0,2**

3.5.8.2 Dimensionado de los tramos:

3.5.8.2.1 Pérdidas de carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

- 1) Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook.

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \times \log \left(\frac{2,51}{Re \times \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{D} \times \frac{1}{3,71} \right) \quad (3.5.8.2.1.1)$$

$$J = \frac{\lambda}{D} \times \frac{V^2}{2g} \quad (3.5.8.2.2.2)$$

Siendo:

- J = Pérdida de carga, en m.m.c.a./m;
- λ = Coeficiente de rozamientos;
- Re = N° de Reynolds;
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;
- V = Velocidad, en m/s;
- k = Rugosidad uniforme equivalente, en m.;

- g = Aceleración de la gravedad, 9'8 m/s²;

Donde:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu} \quad (3.5.8.2.2.3)$$

Siendo:

- V = Velocidad, en m/s;
- ν = Viscosidad cinemática del fluido, (1'31x10-6 m²/s para agua a 10°C);
- D = Diámetro interior de la tubería, en m;

Debido a la complejidad de la fórmula de Prandtl-Colebrook hemos utilizado una tabla de valores de pérdida de carga por fricción en función de la velocidad del fabricante para las tuberías de PPr mediante el catálogo de BARBI, el cual es el seleccionado en nuestro caso.

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal		Pérdida de Carga			Potencia en Kcal/h (En función del salto térmico en °C)		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbas/m	10	15	20
16	2,7	10,6	0,4	127,1	0,04	28,89	288,95	2,89	1.270,76	1.906,14	2.541,52
20	3,4	13,2	0,4	197,1	0,05	21,58	215,80	2,16	1.970,61	2.955,91	3.941,22
25	4,2	16,6	0,4	311,7	0,09	15,95	159,51	1,60	3.116,51	4.674,77	6.233,02
32	5,4	21,2	0,4	508,3	0,14	11,59	115,86	1,16	5.083,05	7.624,57	10.166,09
40	6,7	26,6	0,4	800,2	0,22	8,83	86,33	0,86	8.002,32	12.003,47	16.004,63
50	8,4	33,2	0,4	1.246,6	0,35	6,49	64,91	0,65	12.466,04	18.699,06	24.932,08
63	10,5	42,0	0,4	1.995,0	0,55	4,81	48,06	0,48	19.950,37	29.925,55	39.900,74
75	12,5	50,0	0,4	2.827,4	0,79	3,85	38,52	0,39	28.274,33	42.411,50	56.548,67
90	15,0	60,0	0,4	4.071,5	1,13	3,06	30,59	0,31	40.715,04	61.072,56	81.430,08
110	18,4	73,2	0,4	6.060,0	1,68	2,38	23,82	0,24	60.600,27	90.900,40	121.200,53
16	2,7	10,6	0,6	190,6	0,05	57,57	575,73	5,76	1.906,14	2.859,21	3.812,28
20	3,4	13,2	0,6	295,6	0,08	43,18	431,80	4,32	2.955,91	4.433,87	5.911,82
25	4,2	16,6	0,6	467,5	0,13	32,05	320,48	3,20	4.674,77	7.012,15	9.349,53
32	5,4	21,2	0,6	762,5	0,21	23,37	233,72	2,34	7.624,57	11.436,85	15.249,14
40	6,7	26,6	0,6	1.200,3	0,33	17,48	174,77	1,75	12.003,47	18.005,21	24.006,95
50	8,4	33,2	0,6	1.869,9	0,52	13,18	131,82	1,32	18.699,06	28.048,59	37.398,12
63	10,5	42,0	0,6	2.992,6	0,83	9,79	97,93	0,98	29.925,55	44.888,33	59.851,11
75	12,5	50,0	0,6	4.241,2	1,18	7,87	78,65	0,79	42.411,50	63.617,25	84.823,00
90	15,0	60,0	0,6	6.107,3	1,70	6,26	62,61	0,63	61.072,56	91.608,84	122.145,12
110	18,4	73,2	0,6	9.090,0	2,53	4,89	48,87	0,49	90.900,40	136.350,60	181.800,80
16	2,7	10,6	0,8	254,2	0,07	94,55	945,45	9,45	2.541,52	3.812,28	5.083,05
20	3,4	13,2	0,8	394,1	0,11	71,09	710,95	7,11	3.941,22	5.911,82	7.882,43
25	4,2	16,6	0,8	623,3	0,17	52,90	529,00	5,29	6.233,02	9.349,53	12.466,04
32	5,4	21,2	0,8	1.016,6	0,28	38,68	386,78	3,87	10.166,09	15.249,14	20.332,19
40	6,7	26,6	0,8	1.600,5	0,44	28,99	289,87	2,90	16.004,63	24.006,95	32.009,26
50	8,4	33,2	0,8	2.493,2	0,69	21,91	219,08	2,19	24.932,08	37.398,12	49.864,16
63	10,5	42,0	0,8	3.990,1	1,11	16,31	163,08	1,63	39.900,74	59.851,11	79.801,48
75	12,5	50,0	0,8	5.654,9	1,57	13,12	131,17	1,31	56.548,67	84.823,00	113.097,34
90	15,0	60,0	0,8	8.143,0	2,26	10,46	104,56	1,05	81.430,08	12.145,12	162.860,16
110	18,4	73,2	0,8	12.120,1	3,37	8,17	81,74	0,82	121.200,53	181.800,80	242.401,07
16	2,7	10,6	1,0	317,7	0,09	139,46	1.394,57	13,95	3.176,90	4.765,36	6.353,81
20	3,4	13,2	1,0	492,7	0,14	105,06	1.050,59	10,51	4.926,52	7.389,78	9.853,04
25	4,2	16,6	1,0	779,1	0,22	78,31	783,14	7,83	7.791,28	11.686,91	15.582,55
32	5,4	21,2	1,0	1.270,8	0,35	57,36	573,62	5,74	12.707,62	19.061,42	25.415,23
40	6,7	26,6	1,0	2.000,6	0,56	43,06	430,56	4,31	20.005,79	30.008,68	40.011,58
50	8,4	33,2	1,0	3.116,5	0,87	32,59	325,89	3,26	31.165,10	46.747,65	62.330,20
63	10,5	42,0	1,0	4.987,6	1,39	24,29	242,93	2,43	49.875,92	74.813,89	99.751,85
75	12,5	50,0	1,0	7.068,6	1,96	19,56	195,59	1,96	70.685,83	106.028,75	141.371,67
90	15,0	60,0	1,0	10.178,8	2,83	15,61	156,07	1,56	101.787,60	152.681,40	203.575,20
110	18,4	73,2	1,0	15.150,1	4,21	12,21	122,14	1,22	151.500,67	227.251,00	303.001,33
16	2,7	10,6	1,2	381,2	0,11	192,08	1.920,79	19,21	3.812,28	5.718,43	7.624,57
20	3,4	13,2	1,2	591,2	0,16	144,90	1.449,03	14,49	5.911,82	8.867,74	11.823,65
25	4,2	16,6	1,2	935,0	0,26	108,16	1.081,60	10,82	9.349,53	14.024,30	18.699,06
32	5,4	21,2	1,2	1.524,9	0,42	79,33	793,32	7,93	15.249,14	22.873,71	30.498,28
40	6,7	26,6	1,2	2.400,7	0,67	59,62	596,16	5,96	24.006,95	36.010,42	48.013,89
50	8,4	33,2	1,2	3.739,8	1,04	45,17	451,72	4,52	37.398,12	56.097,18	74.796,24
63	10,5	42,0	1,2	5.985,1	1,66	33,71	337,11	3,37	59.851,11	89.776,66	119.702,22
75	12,5	50,0	1,2	8.482,3	2,36	27,16	217,62	2,72	84.823,00	127.234,50	169.646,00
90	15,0	60,0	1,2	12.214,5	3,39	21,69	216,91	2,17	122.145,12	183.217,68	244.290,24
110	18,4	73,2	1,2	18.180,1	5,05	16,99	169,89	1,70	181.800,80	272.701,20	363.601,60
16	2,7	10,6	1,4	444,8	0,12	252,25	2.522,52	25,23	4.447,67	6.671,50	8.895,33
20	3,4	13,2	1,4	689,7	0,19	190,50	1.905,04	19,05	6.897,13	10.345,69	13.794,26
25	4,2	16,6	1,4	1.090,8	0,30	142,35	1.423,51	14,24	10.907,79	16.361,68	21.815,57
32	5,4	21,2	1,4	1.779,1	0,49	104,52	1.045,21	10,45	17.790,66	26.685,99	35.581,33
40	6,7	26,6	1,4	2.800,8	0,78	78,62	786,19	7,86	28.008,10	42.012,15	56.016,21
50	8,4	33,2	1,4	4.363,1	1,21	59,6	596,23	5,96	43.631,14	65.446,71	87.262,28
63	10,5	42,0	1,4	6.982,6	1,94	44,53	445,33	4,45	69.826,29	104.739,44	139.652,59
75	12,5	50,0	1,4	9.896,0	2,75	35,90	359,04	3,59	98.960,17	148.440,25	197.920,34
90	15,0	60,0	1,4	14.250,3	3,96	28,69	286,89	2,87	142.502,64	213.753,96	285.005,29
110	18,4	73,2	1,4	21.210,1	5,89	22,48	224,85	2,25	212.100,93	318.151,40	424.201,87

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Vel. (m/s)	Caudal		Pérdida de Carga			Potencia en Kcal/h (En función del salto térmico en °C)		
				L/h	l/s	mmca/m	Pa/m	mbar/m	10	15	20
16	2,7	10,6	1,6	508,3	0,14	319,86	1.198,55	31,99	5.083,05	7.624,57	10.166,09
20	3,4	13,2	1,6	788,2	0,22	241,77	2.417,74	24,18	7.882,43	11.823,65	15.764,86
25	4,2	16,6	1,6	1.246,6	0,35	180,82	1.808,20	18,08	12.466,04	18.699,06	24.932,08
32	5,4	21,2	1,6	2.033,2	0,56	132,88	1.328,83	13,29	20.332,19	30.498,28	40.664,37
40	6,7	26,6	1,6	3.200,9	0,89	100,03	1.000,29	10,00	32.009,26	48.013,89	64.018,52
50	8,4	33,2	1,6	4.986,4	1,39	75,91	759,13	7,59	49.864,16	74.796,24	99.728,33
63	10,5	42,0	1,6	7.980,1	2,22	56,74	567,41	5,67	79.801,48	119.702,22	159.602,96
75	12,5	50,0	1,6	11.309,7	3,14	45,77	457,69	4,58	113.097,34	169.646,00	226.194,67
90	15,0	60,0	1,6	16.286,0	4,52	36,59	365,90	3,66	162.860,16	244.290,24	325.720,33
110	18,4	73,2	1,6	24.240,1	6,73	28,69	286,92	2,87	242.401,07	363.601,60	484.802,13
16	2,7	10,6	1,8	571,8	0,16	394,80	3.947,99	39,48	5.718,43	8.577,64	11.436,85
20	3,4	13,2	1,8	886,8	0,25	298,64	2.986,44	29,86	8.867,74	13.301,60	17.735,47
25	4,2	16,6	1,8	1.402,4	0,39	223,52	2.235,15	22,35	14.024,30	21.036,44	28.048,59
32	5,4	21,2	1,8	2.287,4	0,64	164,38	1.643,80	16,44	22.873,71	34.310,56	45.747,42
40	6,7	26,6	1,8	3.601,0	1,00	123,82	1.238,18	12,38	36.010,42	54.015,63	72.020,84
50	8,4	33,2	1,8	5.609,7	1,56	94,02	940,22	9,40	56.097,18	84.145,77	112.194,37
63	10,5	42,0	1,8	8.977,7	2,49	70,32	703,18	7,03	89.776,66	134.665,00	179.554,33
75	12,5	50,0	1,8	12.723,5	3,53	56,75	567,45	5,67	127.234,50	190.851,75	254.469,00
90	15,0	60,0	1,8	18.321,8	5,09	45,38	453,84	4,54	183.217,68	274.826,53	366.435,37
110	18,4	73,2	1,8	27.270,1	7,58	35,60	356,03	3,56	272.701,20	409.051,80	545.402,40
16	2,7	10,6	2,0	635,4	0,18	477,01	4.770,12	47,70	6.353,81	9.530,71	12.707,62
20	3,4	13,2	2,0	985,3	0,27	361,06	3.610,62	36,11	9.853,04	14.779,56	19.706,08
25	4,2	16,6	2,0	1.558,3	0,43	270,40	2.703,99	27,04	15.582,55	23.373,83	31.165,10
32	5,4	21,2	2,0	2.541,5	0,71	198,98	1.989,84	19,90	25.415,23	38.122,85	50.830,47
40	6,7	26,6	2,0	4.001,2	1,11	149,96	1.499,65	15,00	40.011,58	60.017,36	80.023,15
50	8,4	33,2	2,0	6.233,0	1,73	113,93	1.139,34	11,39	62.330,20	93.495,31	124.660,41
63	10,5	42,0	2,0	9.975,2	2,77	85,25	852,53	8,53	99.751,85	149.627,77	199.503,70
75	12,5	50,0	2,0	14.137,2	3,93	68,82	688,22	6,88	141.371,67	212.057,50	282.743,34
90	15,0	60,0	2,0	20.357,5	5,65	55,06	550,63	5,51	203.575,20	305.362,81	407.150,41
110	18,4	73,2	2,0	30.300,1	8,42	43,21	432,12	4,32	303.001,33	454.502,00	606.002,67
16	2,7	10,6	2,5	794,2	0,22	714,00	7.139,96	71,40	7.942,26	11.913,39	15.884,52
20	3,4	13,2	2,5	1.231,6	0,34	541,11	5.411,10	54,11	12.316,30	18.474,45	24.632,60
25	4,2	16,6	2,5	1.947,8	0,54	405,73	4.057,31	40,57	19.478,19	29.217,28	38.956,38
32	5,4	21,2	2,5	3.176,9	0,88	298,94	2.989,40	29,89	31.769,04	47.653,56	63.538,08
40	6,7	26,6	2,5	5.001,4	1,39	225,54	2.255,39	22,55	50.014,47	75.021,70	100.028,94
50	8,4	33,2	2,5	7.791,3	2,16	171,52	1.715,20	17,15	77.912,75	116.869,13	155.825,51
63	10,5	42,0	2,5	12.469,0	3,46	128,47	1.284,71	12,85	124.689,81	187.034,72	249.379,62
75	12,5	50,0	2,5	17.671,5	4,91	103,78	1.037,84	10,38	176.714,59	265.071,88	353.429,17
90	15,0	60,0	2,5	25.446,9	7,07	83,09	830,94	8,31	254.469,00	381.703,51	508.938,01
110	18,4	73,2	2,5	37.875,2	10,52	65,26	652,59	6,53	378.751,67	568.127,50	757.503,33
16	2,7	10,6	3,0	953,1	0,26	995,43	9.954,31	99,54	9.530,71	14.296,07	19.061,42
20	3,4	13,2	3,0	1.478,0	0,41	755,09	7.550,90	75,51	14.779,56	22.169,34	29.559,12
25	4,2	16,6	3,0	2.337,4	0,65	566,69	5.666,88	56,67	23.373,83	35.060,74	46.747,65
32	5,4	21,2	3,0	3.812,3	1,06	417,91	4.179,11	41,79	38.122,85	57.184,27	76.245,70
40	6,7	26,6	3,0	6.001,7	1,67	315,55	3.155,49	31,55	60.017,36	90.026,04	120.034,73
50	8,4	33,2	3,0	9.349,5	2,60	240,15	2.401,49	24,01	93.495,31	140.242,96	186.990,61
63	10,5	42,0	3,0	14.962,8	4,16	180,01	1.800,08	18,00	149.627,77	224.441,66	299.255,55
75	12,5	50,0	3,0	21.205,8	5,89	145,49	1.454,95	14,55	212.057,50	318.086,26	424.115,01
90	15,0	60,0	3,0	30.536,3	8,48	116,55	1.165,50	11,66	305.362,81	458.044,21	610.725,61
110	18,4	73,2	3,0	45.450,2	12,63	91,59	915,85	9,16	454.502,00	681.753,00	909.004,00
16	2,7	10,6	3,5	1.111,9	0,31	1.320,90	13.208,97	132,09	11.119,16	16.678,75	22.238,33
20	3,4	13,2	3,5	1.724,3	0,48	1.002,68	10.026,85	100,27	17.242,82	25.864,23	34.485,64
25	4,2	16,6	3,5	2.726,9	0,76	753,03	7.530,32	75,30	27.269,46	40.904,20	54.538,93
32	5,4	21,2	3,5	4.447,7	1,24	555,72	5.557,24	55,57	44.476,66	66.714,99	88.953,32
40	6,7	26,6	3,5	7.002,0	1,95	419,87	4.198,66	41,99	70.020,26	105.030,39	140.040,51
50	8,4	33,2	3,5	10.907,8	3,03	319,72	3.197,22	31,97	109.077,86	163.616,78	218.155,71
63	10,5	42,0	3,5	17.456,6	4,85	239,79	2.397,92	23,98	174.565,74	261.848,61	349.131,47
75	12,5	50,0	3,5	24.740,0	6,87	193,90	1.938,95	19,39	247.400,42	371.100,63	494.800,84
90	15,0	60,0	3,5	35.625,7	9,90	155,86	1.553,86	15,54	356.256,61	534.384,91	712.513,21
110	18,4	73,2	3,5	53.025,2	14,73	122,15	1.221,55	12,22	530.252,33	795.378,50	1.060.504,67

Tabla 3.5.8.2.1.1 - Pérdidas de carga de los tubos de PPR PN20 en función de la velocidad del agua

$$\Delta P_T = J \times L \quad (3.5.8.2.2.4)$$

Donde:

- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mbar;
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m;
- L = Longitud, en m;

2) Pérdidas de carga en los accesorios:

Las pérdidas de carga secundarias en los accesorios, se calculan igualmente por tramos y se toman en función de los accesorios que ocupan el mismo y el valor dado por la tabla del manual técnico de BARBI anteriormente mencionado.

Accesorios	Símbolo	Figura	Coef. Res. Singular (ζ)
Manguito unión			0,3
Reducción de dos diámetros Reducción de tres diámetros			0,6 0,9
Codo a 90° Codo a 90° (macho-hembra)			2,0 1,2
Codo a 45° Codo a 45° (macho-hembra)			0,6 0,5
Te (separación) Te reducida (separación)			1,8 0,5
Te (unión) Te reducida (unión)			1,3 2,6
Te (contracorriente) Te reducida (contracorriente)			4,2 9,0
Te (contracorriente) Te reducida (contracorriente)			2,2 5,0

Tabla 3.5.8.2.1.2 - Pérdidas de carga en los accesorios

3) Diferencia de cotas entre la entrada y la salida de cada tramo.

$$\Delta P_{total} = \Delta P_T + \Delta P_{acc} + \Delta h \quad (3.5.8.2.2.4)$$

Donde:

- ΔP_{total} = Pérdida de carga total, en mca;
- ΔP_T = Pérdida de carga en tubería, en mca;
- ΔP_{acc} = Pérdida de carga en los accesorios, en mca;
- Δh = Diferencia de cotas, en m;

3.5.8.2.2 Diámetros

3.5.8.2.2.1 Diámetro acometida

Para la elección del diámetro de la acometida se realiza mediante el catálogo de Tuyper grupo en función de una presión en cualquier punto de la canalización.

Ø exterior (mm)	PRESION (bar)	PE-100 espesor (mm)							PE-80 espesor (mm)			PE-40 espesor (mm)		
		4	6	10	12,5	16	20	25	3	10	16	4	6	10
	20					2,0	2,3	3,0			2,3		2,0	3,0
	25					2,3	3,0	3,5		2,0	3,0		2,3	3,5
	32			2,0		3,0	3,6	4,4		2,4	3,6	2,0	3,0	4,4
	40			2,4		3,7	4,5	5,5		3,0	4,5	2,4	3,7	5,5
	50			3,0		4,6	5,6	6,9		3,7	5,6	3,0	4,6	6,9
	63			3,8		5,8	7,1	8,6		4,7	7,1	3,8	5,8	8,6
	75			4,5		6,8	8,4	10,3		5,6	8,4	4,5	6,8	10,3
	90			5,4		8,2	10,1	12,3		6,7	10,1	5,4	8,2	12,3
	110		4,2	6,6	8,1	10,0	12,3	15,1		8,1	12,3			
	125		4,8	7,4	9,2	11,4	14,0	17,1		9,2	14,0			
	140		5,4	8,3	10,3	12,7	15,7	19,2		10,3	15,7			
	160		6,2	9,5	11,8	14,6	17,9	21,9	7,7	11,8	17,9			
	180		6,9	10,7	13,3	16,4	20,1	24,6	8,6	13,3	20,1			
	200		7,7	11,9	14,7	18,2	22,4	27,4	9,6	14,7	22,4			
	225		8,6	13,4	16,6	20,5	25,2	30,8	10,8	16,6	25,2			
	250		9,6	14,8	18,4	22,7	27,9	34,2	11,9	18,4	27,9			
	280		10,7	16,6	20,6	25,4	31,3	38,3	13,4	20,6	31,3			
	315	7,7	12,1	18,7	23,2	28,6	35,2	43,1	15,0	23,2	35,2			
	355		13,6	21,1	26,1	32,2	39,7		16,9	26,1				
	400	9,8	15,3	23,7	29,4	36,3	44,7		19,1	29,4				
	450		17,2	26,7		40,9								
	500	12,3	19,1	29,7		45,4								
	560		21,4	33,2		50,8								
	630	15,4	24,1	37,4		57,2								
	710		27,2	42,1										
	800		30,6	47,4										
	900		34,4	53,3										
	1.000		38,2	59,3										

Tabla 3.5.8.2.1.1.1 - Diámetros de los tubos de PE80 en función de la presión del agua

Se refleja en el apartado de cálculos los diámetros obtenidos.

3.5.8.2.2.1 Diámetros edificio

La elección del diámetro se realiza mediante el catálogo de BARBI en función de una velocidad admisible en cualquier punto de la canalización. El intervalo de estas velocidades seleccionado se expone a continuación, para así minimizar las pérdidas de carga a la hora de seleccionar un diámetro.

- Velocidad en Acometida: Entre 0.5 - 2,00 m/s
- Velocidad en Alimentación: Entre 0.5 - 2,00 m/s
- Velocidad a Ascendentes: Entre 0.5 - 2,00 m/s
- Velocidad a Suministros: Entre 0.5 - 2,00 m/s

Las tablas que utilizadas para el dimensionado de las tuberías son las del manual técnico de BARBI (tuberías de polipropileno “ppr”) anteriormente mencionada y que se expondrá en el anexo de catálogos.

Comprobamos que los diámetros no son inferiores a los que fija el HS4 en las tablas 4.2 y 4.3.

Se refleja en el apartado de cálculos los diámetros obtenidos.

3.5.8.3 Dimensionado de la red de ACS

La producción de agua caliente sanitaria, se realizará mediante la instalación de paneles solares térmicos con el apoyo de una instalación de geotérmica y una caldera auxiliar de biomasa.

La red de distribución en cada vivienda o local, se calcula a partir de los tramos de tubería de entrada a dicho local, es decir, se calculan las tuberías que pertenecen a las viviendas, oficinas y locales; los tramos de derivaciones individuales y canalización desde la caldera y paneles solares hasta la red de distribución, se detallan en el anexo anteriormente mencionado.

Para el dimensionamiento de la red de distribución se tienen en cuenta exactamente los mismos cálculos descritos para las canalizaciones de agua fría, pero con los caudales y parámetros para ACS estipulados en la normativa.

Los resultados se detallan en posteriores apartados en este mismo anexo.

3.5.9 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS

A continuación, se detallan los resultados obtenidos a partir de los cálculos hechos en base a las fórmulas anteriormente explicadas.

3.5.9.1 Agua fría:**3.5.9.1.1 Velocidades en tuberías**

Comprobaremos que la velocidad final una vez elegida la tubería comercial (con su respectivo diámetro interior) es mayor de 0,5 m/s y menor a 2 m/s como se ha nombrado con anterioridad en este mismo anexo.

LOCAL	TRAMO	APARATO	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	Velocidad (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Alta Dúplex A baño 1	T 1	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex A baño 1	T 2	Bidé	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex A baño 1	T 3	Tramo unión	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex A baño 1	T 4	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex A baño 1	T 5	Tramo unión	0.40	0.7071	0.28	3.50	10.14	25	16.6	1.307
Alta Dúplex A baño 2	T 6	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex A baño 2	T 7	Bañera >1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Alta Dúplex A baño 2	T 8	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	25	16.6	1.848
Alta Dúplex A total	T 9	5	0.80	0.5000	0.40	3.50	12.06	40	26.6	0.720
Alta Dúplex B baño 1	T 10	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 1	T 11	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex B baño 1	T 12	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	25	16.6	1.386
Alta Dúplex B baño 2	T 13	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 2	T 14	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex B baño 2	T 15	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	25	16.6	1.386
Alta Dúplex B total	T 16	4	0.60	0.5774	0.35	3.50	11.23	40	26.6	0.623
Alta Dúplex C baño 1	T 17	Bañera >1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Alta Dúplex C baño 1	T 18	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 1	T 19	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	20	13.2	2.923
Alta Dúplex C baño 1	T 20	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 1	T 21	Tramo unión	0.50	0.7071	0.35	3.50	11.34	20	13.2	2.584
Alta Dúplex C baño 1	T 22	Bidé	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 1	T 23	Tramo unión	0.60	0.5774	0.35	3.50	11.23	25	16.6	1.601
Alta Dúplex C baño 2	T 24	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex C baño 2	T 23	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 2	T 24	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	25	16.6	1.386
Alta Dúplex C total	T 25	6	0.90	0.4472	0.40	3.50	12.10	40	26.6	0.724
Baja Dúplex A baño 1	T 26	Bañera >1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Baja Dúplex A baño 1	T 27	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex A baño 1	T 28	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	20	13.2	2.923
Baja Dúplex A cuarto	T 29	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex A cuarto	T 30	Tramo unión	0.60	0.7071	0.42	3.50	12.42	25	16.6	1.960
Baja Dúplex A cocina	T 31	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex A cocina	T 32	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex A cocina	T 33	Tramo unión	0.35	1.0000	0.35	3.50	11.28	25	16.6	1.617
Baja Dúplex A total	T 34	5	0.95	0.5000	0.48	3.50	13.15	40	26.6	0.855
Baja Dúplex B baño 1	T 35	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex B baño 1	T 36	Bañera >1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Baja Dúplex B baño 1	T 37	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	20	13.2	2.923
Baja Dúplex B baño 1	T 38	Bidé	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex B baño 1	T 39	Tramo unión	0.50	0.7071	0.35	3.50	11.34	25	16.6	1.634
Baja Dúplex B cocina	T 42	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex B cocina	T 43	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex B cocina	T 44	Tramo unión	0.35	1.0000	0.35	3.50	11.28	20	13.2	2.558
Baja Dúplex B cuarto	T 41	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex B cuarto	T 42	Tramo unión	0.55	0.7071	0.39	3.50	11.89	25	16.6	1.797
Baja Dúplex B total	T 45	6	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	40	26.6	0.845
Baja Dúplex C baño 1	T 46	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex C baño 1	T 47	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex C baño 1	T 48	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	25	16.6	1.386
Baja Dúplex C cocina	T 49	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex C cuarto	T 50	Lavadora	0.20	0.7071	0.14	3.50	7.17	20	13.2	1.033
Baja Dúplex C cocina	T 51	Tramo unión	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex C cocina	T 52	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex C cocina	T 53	Tramo unión	0.55	1.0000	0.55	3.50	14.14	25	16.6	2.541
Baja Dúplex C total	T 54	5	0.85	0.5000	0.43	3.50	12.43	40	26.6	0.765
Primera A baño 1	T 55	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera A baño 1	T 56	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera A baño 1	T 57	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Primera A baño 2	T 58	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Primera A baño 2	T 59	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera A baño 2	T 60	Tramo unión	0.70	0.5774	0.40	3.50	12.13	20	13.2	2.953
Primera A patio	T 61	Grifo	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Primera A cuarto	T 62	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera A patio	T 63	Tramo unión	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	25	16.6	2.170
Primera A cocina	T 64	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Primera A cocina	T 65	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera A cocina	T 66	Tramo unión	0.35	1.0000	0.35	3.50	11.28	25	16.6	1.617
Primera A total	T 67	8	1.40	0.3780	0.53	3.50	13.87	40	26.6	0.952

LOCAL	TRAMO	APARATO	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	Velocidad (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Primera B baño 1	T 68	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera B baño 1	T 69	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Primera B baño 1	T 70	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	20	13.2	2.923
Primera B baño 1	T 71	Bidé	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera B baño 1	T 72	Tramo unión	0.50	0.7071	0.35	3.50	11.34	20	13.2	2.584
Primera B cocina	T 73	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Primera B cocina	T 74	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera B cocina	T 75	Tramo unión	0.85	1.0000	0.85	3.50	17.58	32	21.2	2.408
Primera B cuarto	T 76	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera B total	T 77	6	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	40	26.6	0.845
Primera C baño 1	T 78	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera C baño 1	T 79	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera C baño 1	T 80	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Primera C baño 2	T 81	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
Primera C baño 2	T 82	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Primera C baño 2	T 83	Tramo unión	0.70	0.5774	0.40	3.50	12.13	20	13.2	2.953
Primera C cocina	T 84	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Primera C cocina	T 85	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera C cocina	T 86	Tramo unión	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	25	16.6	2.170
Primera C cuarto	T 87	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Primera C cocina	T 88	Tramo unión	1.25	0.4472	0.56	3.50	14.26	25	16.6	2.583
Primera C patio	T 87	Grifo	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Primera C total	T 90	8	1.25	0.3780	0.47	3.50	13.11	40	26.6	0.850
2ª a 5ª A baño 1	T 89	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª A baño 1	T 90	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª A baño 1	T 91	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
2ª a 5ª A baño 2	T 92	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
2ª a 5ª A baño 2	T 93	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª A baño 2	T 94	Tramo unión	0.70	0.5774	0.40	3.50	12.13	20	13.2	2.953
2ª a 5ª A cuarto	T 95	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª A cocina	T 96	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
2ª a 5ª A cocina	T 97	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª A cocina	T 98	Tramo unión	0.35	1.0000	0.35	3.50	11.28	25	16.6	1.617
2ª a 5ª A total	T 99	7	1.25	0.4082	0.51	3.50	13.63	40	26.6	0.918
2ª a 5ª B baño 1	T 100	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª B baño 1	T 101	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
2ª a 5ª B baño 1	T 102	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	20	13.2	2.923
2ª a 5ª B baño 1	T 103	Bidé	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª B baño 1	T 104	Tramo unión	0.50	0.7071	0.35	3.50	11.34	20	13.2	2.584
2ª a 5ª B cocina	T 105	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
2ª a 5ª B cocina	T 106	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª B cocina	T 107	Tramo unión	0.85	1.0000	0.85	3.50	17.58	32	21.2	2.408
2ª a 5ª B cuarto	T 108	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª B total	T 109	6	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	40	26.6	0.845
2ª a 5ª C baño 1	T 110	Ducha	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª C baño 1	T 111	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª C baño 1	T 112	Tramo unión	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
2ª a 5ª C baño 2	T 113	Bañera > 1,4	0.30	1.0000	0.30	3.50	10.45	20	13.2	2.192
2ª a 5ª C baño 2	T 114	Lavabo	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
2ª a 5ª C baño 2	T 115	Tramo unión	0.70	0.5774	0.40	3.50	12.13	20	13.2	2.953
2ª a 5ª C cocina	T 116	Lavavajillas	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
2ª a 5ª C cocina	T 117	Fregadero	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª C cocina	T 118	Tramo unión	1.05	0.4472	0.47	3.50	13.07	25	16.6	2.170
2ª a 5ª C cuarto	T 119	Lavadora	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
2ª a 5ª C total	T 120	7	1.25	0.4082	0.51	3.50	13.63	40	26.6	0.918
Planta baja total	T 121	Previsión	1.00	1.0000	1.00	3.50	19.07	40	26.6	1.799
Planta sótano 1	T 122	Grifo garaje	0.20	0.4472	0.09	3.50	5.70	20	13.2	0.654
Planta sótano 1 total	T 123	Montante	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	25	16.6	0.924
Planta sótano 2	T 124	Grifo garaje	0.20	0.4472	0.09	3.50	5.70	20	13.2	0.654
Planta sótano 2 total	T 125	Montante	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	25	16.6	0.924
Acometida	T 126		40.365	0.3780	15.26	2	98.56	125	106.6	1.710

Tabla 3.5.9.1.1– Velocidades de tuberías de agua fría

3.5.9.1.2 Pérdidas totales en tuberías

Comprobaremos que la pérdidas totales una vez elegida la tubería comercial (con su respectivo diámetro interior) es menor de 3 bares ya que La compañía suministradora, ofrece una presión de red de 4 Kg/cm² a nivel de planta baja.

ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

LOCAL	Perdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Alta Dúplex A baño 1	7.11	3.5	24.9	6.0	1.602	1.5	0.176
Alta Dúplex A baño 1	7.11	1.5	10.7	4.0	1.068	1.5	0.162
Alta Dúplex A baño 1	24.18	1.3	31.4	0.0	0.000	0.0	0.031
Alta Dúplex A baño 1	24.18	1.5	36.3	3.8	4.058	1.5	0.190
Alta Dúplex A baño 1	14.24	4.0	57.0	0.0	0.000	0.0	0.057
Alta Dúplex A baño 2	7.11	3.5	24.9	6.0	1.602	1.5	0.176
Alta Dúplex A baño 2	54.11	1.5	81.2	3.8	9.131	1.5	0.240
Alta Dúplex A baño 2	27.04	1.0	27.0	0.0	0.000	0.0	0.027
Alta Dúplex A total	2.90	21.0	60.9	3.8	0.984	21.0	2.162
Alta Dúplex B baño 1	7.11	3.0	21.3	4.0	1.068	1.5	0.172
Alta Dúplex B baño 1	24.18	1.5	36.3	3.8	4.058	1.5	0.190
Alta Dúplex B baño 1	14.24	3.9	55.5	2.0	1.921	0.0	0.057
Alta Dúplex B baño 2	7.11	2.8	19.9	4.0	1.068	1.5	0.171
Alta Dúplex B baño 2	24.18	1.5	36.3	2.0	2.136	1.5	0.188
Alta Dúplex B baño 2	14.24	9.0	128.2	2.0	1.921	0.0	0.130
Alta Dúplex B total	2.90	21.0	60.9	3.8	0.738	21.0	2.162
Alta Dúplex C baño 1	54.11	5.0	270.6	6.0	14.417	1.5	0.435
Alta Dúplex C baño 1	7.11	1.5	10.7	4.0	1.068	1.5	0.162
Alta Dúplex C baño 1	75.51	1.0	75.5	0.0	0.000	0.0	0.076
Alta Dúplex C baño 1	7.11	1.5	10.7	4.0	1.068	1.5	0.162
Alta Dúplex C baño 1	75.51	2.0	151.0	2.0	6.675	0.0	0.158
Alta Dúplex C baño 1	7.11	1.5	10.7	2.0	0.534	1.5	0.161
Alta Dúplex C baño 1	22.35	1.5	33.5	2.0	2.562	0.0	0.036
Alta Dúplex C baño 2	24.18	3.5	84.6	6.0	6.408	1.5	0.241
Alta Dúplex C baño 2	7.11	1.5	10.7	4.0	1.068	1.5	0.162
Alta Dúplex C baño 2	14.24	2.3	32.8	2.0	1.921	0.0	0.035
Alta Dúplex C total	2.90	21.0	60.9	3.8	0.997	21.0	2.162
Baja Dúplex A baño 1	54.11	3.5	189.4	6.0	14.417	1.5	0.354
Baja Dúplex A baño 1	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
Baja Dúplex A baño 1	75.51	2.0	151.0	0.0	0.000	0.0	0.151
Baja Dúplex A cuarto	24.18	6.5	157.2	9.8	10.466	1.5	0.318
Baja Dúplex A cuarto	27.04	2.1	56.8	0.0	0.000	0.0	0.057
Baja Dúplex A cocina	14.49	1.0	14.5	6.0	3.604	1.5	0.168
Baja Dúplex A cocina	24.18	2.3	55.6	3.8	4.058	1.5	0.210
Baja Dúplex A cocina	22.35	2.0	44.7	0.0	0.000	0.0	0.045
Baja Dúplex A total	4.31	18.0	77.6	3.8	1.388	18.0	1.879
Baja Dúplex B baño 1	7.11	6.4	45.5	8.0	2.136	1.5	0.198
Baja Dúplex B baño 1	54.11	1.0	54.1	4.0	9.612	1.5	0.214
Baja Dúplex B baño 1	75.51	1.5	113.3	0.0	0.000	0.0	0.113
Baja Dúplex B baño 1	7.11	6.5	46.2	2.0	0.534	1.5	0.197
Baja Dúplex B baño 1	22.35	3.3	73.8	5.8	7.739	0.0	0.081
Baja Dúplex B cocina	14.49	2.6	37.7	6.0	3.604	0.0	0.041
Baja Dúplex B cocina	24.18	1.0	24.2	2.0	2.136	1.5	0.176
Baja Dúplex B cocina	75.51	2.6	196.3	4.0	13.082	0.0	0.209
Baja Dúplex B cuarto	24.18	2.3	55.6	3.8	4.058	1.5	0.210
Baja Dúplex B cuarto	22.35	2.1	46.9	1.8	2.906	0.0	0.050
Baja Dúplex B total	4.31	18.0	77.6	5.8	2.071	18.0	1.880
Baja Dúplex C baño 1	54.11	2.0	108.2	6.0	6.408	1.5	0.265
Baja Dúplex C baño 1	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
Baja Dúplex C baño 1	22.35	4.0	89.4	4.0	3.843	0.0	0.093
Baja Dúplex C cocina	24.18	1.0	24.2	6.0	3.604	1.5	0.178
Baja Dúplex C cuarto	14.49	2.0	29.0	5.8	3.097	0.0	0.032
Baja Dúplex C cocina	14.49	2.5	36.2	0.0	0.000	0.0	0.036
Baja Dúplex C cocina	24.18	1.8	43.5	4.0	4.272	1.5	0.198
Baja Dúplex C cocina	56.67	3.5	198.3	3.8	12.271	0.0	0.211
Baja Dúplex C total	2.90	18.0	52.2	5.8	1.696	18.0	1.854
Primera A baño 1	7.11	1.7	12.1	4.0	1.068	1.5	0.163
Primera A baño 1	24.18	1.0	24.2	4.0	4.272	1.5	0.178
Primera A baño 1	54.11	2.0	108.2	0.0	0.000	0.0	0.108
Primera A baño 2	54.11	1.0	54.1	6.0	14.417	1.5	0.219
Primera A baño 2	7.11	0.8	5.7	4.0	1.068	1.5	0.157
Primera A baño 2	75.51	0.7	52.9	1.8	7.849	0.0	0.061
Primera A patio	14.49	1.5	21.7	6.0	3.604	1.5	0.175
Primera A cuarto	24.18	1.0	24.2	5.8	6.194	1.5	0.180
Primera A patio	56.67	3.5	198.3	3.8	8.944	0.0	0.207
Primera A cocina	24.18	1.0	24.2	1.8	1.081	1.5	0.175
Primera A cocina	27.04	1.0	27.0	6.0	6.408	1.5	0.183
Primera A cocina	22.35	1.5	33.5	2.0	2.615	0.0	0.036
Primera A total	4.31	15.0	64.7	3.8	1.723	15.0	1.566

ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

LOCAL	Perdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Primera B baño 1	7.11	3.7	26.3	8.0	2.136	1.5	0.178
Primera B baño 1	54.11	1.3	70.3	4.0	9.612	1.5	0.230
Primera B baño 1	75.51	1.0	75.5	0.0	0.000	0.0	0.076
Primera B baño 1	7.11	4.3	30.6	4.0	1.068	1.5	0.182
Primera B baño 1	75.51	2.3	173.7	4.0	13.349	0.0	0.187
Primera B cocina	14.49	0.8	11.6	6.0	3.604	1.5	0.165
Primera B cocina	24.18	1.4	33.9	4.0	4.272	1.5	0.188
Primera B cocina	29.89	2.0	59.8	3.8	11.017	0.0	0.071
Primera B cuarto	24.18	1.7	41.1	5.8	6.194	1.5	0.197
Primera B total	4.31	15.0	64.7	2.0	0.714	15.0	1.565
Primera C baño 1	24.18	1.1	26.6	4.0	4.272	1.5	0.181
Primera C baño 1	7.11	1.4	10.0	2.0	0.534	1.5	0.160
Primera C baño 1	54.11	2.2	119.0	5.8	13.937	0.0	0.133
Primera C baño 2	54.11	2.0	108.2	6.0	14.417	1.5	0.273
Primera C baño 2	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
Primera C baño 2	75.51	4.0	302.0	4.0	17.443	0.0	0.319
Primera C cocina	14.49	1.0	14.5	6.0	3.604	1.5	0.168
Primera C cocina	24.18	1.2	29.0	4.0	4.272	1.5	0.183
Primera C cocina	40.57	1.6	64.9	1.8	4.237	0.0	0.069
Primera C cuarto	14.49	1.2	17.4	6.0	6.408	1.5	0.174
Primera C cocina	40.57	1.6	64.9	1.8	6.005	0.0	0.071
Primera C patio	14.49	2.5	36.2	6.0	3.604	1.5	0.190
Primera C total	4.31	15.0	64.7	7.8	2.819	15.0	1.567
2ª a 5ª A baño 1	7.11	1.7	12.1	4.0	1.068	1.5	0.163
2ª a 5ª A baño 1	24.18	1.0	24.2	4.0	4.272	1.5	0.178
2ª a 5ª A baño 1	54.11	2.0	108.2	0.0	0.000	0.0	0.108
2ª a 5ª A baño 2	54.11	1.0	54.1	6.0	14.417	1.5	0.219
2ª a 5ª A baño 2	7.11	0.8	5.7	4.0	1.068	1.5	0.157
2ª a 5ª A baño 2	75.51	0.7	52.9	1.8	7.849	0.0	0.061
2ª a 5ª A cuarto	24.18	1.0	24.2	5.8	6.194	1.5	0.180
2ª a 5ª A cocina	24.18	1.0	24.2	1.8	1.081	1.5	0.175
2ª a 5ª A cocina	27.04	1.0	27.0	6.0	6.408	1.5	0.183
2ª a 5ª A cocina	22.35	1.5	33.5	2.0	2.615	0.0	0.036
2ª a 5ª A total	4.31	12.0	51.7	3.8	1.602	12.0	1.253
2ª a 5ª B baño 1	7.11	3.7	26.3	8.0	2.136	1.5	0.178
2ª a 5ª B baño 1	54.11	1.3	70.3	4.0	9.612	1.5	0.230
2ª a 5ª B baño 1	75.51	1.0	75.5	0.0	0.000	0.0	0.076
2ª a 5ª B baño 1	7.11	4.3	30.6	4.0	1.068	1.5	0.182
2ª a 5ª B baño 1	75.51	2.3	173.7	4.0	13.349	0.0	0.187
2ª a 5ª B cocina	14.49	0.8	11.6	6.0	3.604	1.5	0.165
2ª a 5ª B cocina	24.18	1.4	33.9	4.0	4.272	1.5	0.188
2ª a 5ª B cocina	29.89	2.0	59.8	3.8	11.017	0.0	0.071
2ª a 5ª B cuarto	24.18	1.7	41.1	5.8	6.194	1.5	0.197
2ª a 5ª B total	4.31	12.0	51.7	2.0	0.714	12.0	1.252
2ª a 5ª C baño 1	24.18	1.1	26.6	4.0	4.272	1.5	0.181
2ª a 5ª C baño 1	7.11	1.4	10.0	2.0	0.534	1.5	0.160
2ª a 5ª C baño 1	54.11	2.2	119.0	5.8	13.937	0.0	0.133
2ª a 5ª C baño 2	54.11	2.0	108.2	6.0	14.417	1.5	0.273
2ª a 5ª C baño 2	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
2ª a 5ª C baño 2	75.51	4.0	302.0	4.0	17.443	0.0	0.319
2ª a 5ª C cocina	14.49	1.0	14.5	6.0	3.604	1.5	0.168
2ª a 5ª C cocina	24.18	1.2	29.0	4.0	4.272	1.5	0.183
2ª a 5ª C cocina	40.57	1.6	64.9	1.8	4.237	0.0	0.069
2ª a 5ª C cuarto	14.49	1.2	17.4	6.0	6.408	1.5	0.174
2ª a 5ª C total	4.31	12.0	51.7	7.8	3.289	12.0	1.255
Planta baja total	4.31	12.0	51.7	7.8	12.629	12.0	1.264
Planta sótano 1	40.57	18.0	730.3	8.0	1.709	1.0	0.832
Planta sótano 1 total	24.18	-3.0	-72.5	4.0	1.708	-3.0	-0.371
Planta sótano 2	40.57	18.0	730.3	8.0	1.709	1.0	0.832
Planta sótano 2 total	24.18	-6.0	-145.1	4.0	1.708	-6.0	-0.743
Acometida	0.10	10.0	1.0	0.0	0.000	0.0	0.001

Tabla 3.5.9.1.2 – Pérdidas totales de tuberías de agua fría

3.5.9.2 ACS:**3.5.9.2.1 Velocidades en tuberías**

LOCAL	TRAMO	APARATO	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Alta Dúplex A baño 1	T 1	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex A baño 1	T 2	Bidé	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex A baño 1	T 3	Tramo unión	0.13	1.0000	0.13	3.50	6.88	20	13.2	0.950
Alta Dúplex A baño 1	T 4	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex A baño 1	T 5	Tramo unión	0.23	0.7071	0.16	3.50	7.69	25	16.6	0.751
Alta Dúplex A baño 2	T 6	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex A baño 2	T 7	Bañera >1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex A baño 2	T 8	Tramo unión	0.265	1.0000	0.27	3.50	9.82	25	16.6	1.224
Alta Dúplex A total	T 9	5	0.50	0.5000	0.25	3.50	9.49	40	26.6	0.445
Alta Dúplex B baño 1	T 10	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex B baño 1	T 11	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 1	T 12	Tramo unión	0.17	1.0000	0.17	3.50	7.75	25	16.6	0.762
Alta Dúplex B baño 2	T 13	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex B baño 2	T 14	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 2	T 15	Tramo unión	0.165	1.0000	0.17	3.50	7.75	25	16.6	0.762
Alta Dúplex B total	T 16	4	0.33	0.5774	0.19	3.50	8.33	40	26.6	0.343
Alta Dúplex C baño 1	T 17	Bañera >1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Alta Dúplex C baño 1	T 18	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex C baño 1	T 19	Tramo unión	0.265	1.0000	0.27	3.50	9.82	20	13.2	1.936
Alta Dúplex C baño 1	T 20	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex C baño 1	T 21	Tramo unión	0.33	0.7071	0.23	3.50	9.21	20	13.2	1.705
Alta Dúplex C baño 1	T 22	Bidé	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex C baño 1	T 23	Tramo unión	0.40	0.5774	0.23	3.50	9.11	25	16.6	1.054
Alta Dúplex C baño 2	T 24	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 2	T 23	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Alta Dúplex C baño 2	T 24	Tramo unión	0.165	1.0000	0.17	3.50	7.75	25	16.6	0.762
Alta Dúplex C total	T 25	6	0.56	0.4472	0.25	3.50	9.54	40	26.6	0.451
Baja Dúplex A baño 1	T 26	Bañera >1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex A baño 1	T 27	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Baja Dúplex A baño 1	T 28	Tramo unión	0.265	1.0000	0.27	3.50	9.82	20	13.2	1.936
Baja Dúplex A cuarto	T 29	Lavadora	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex A cuarto	T 30	Tramo unión	0.415	0.7071	0.29	3.50	10.33	25	16.6	1.356
Baja Dúplex A cocina	T 31	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex A cocina	T 32	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex A cocina	T 33	Tramo unión	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	25	16.6	0.924
Baja Dúplex A total	T 34	5	0.615	0.5000	0.31	3.50	10.58	40	26.6	0.553
Baja Dúplex B baño 1	T 35	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Baja Dúplex B baño 1	T 36	Bañera >1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex B baño 1	T 37	Tramo unión	0.265	1.0000	0.27	3.50	9.82	20	13.2	1.936
Baja Dúplex B baño 1	T 38	Bidé	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Baja Dúplex B baño 1	T 39	Tramo unión	0.33	0.7071	0.23	3.50	9.21	25	16.6	1.078
Baja Dúplex B cocina	T 42	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex B cocina	T 43	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex B cocina	T 44	Tramo unión	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
Baja Dúplex B cuarto	T 41	Lavadora	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex B cuarto	T 42	Tramo unión	0.35	0.7071	0.25	3.50	9.49	25	16.6	1.144
Baja Dúplex B total	T 45	6	0.68	0.4472	0.30	3.50	10.52	40	26.6	0.547

LOCAL	TRAMO	APARATO	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Baja Dúplex C baño 1	T 46	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex C baño 1	T 47	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
Baja Dúplex C baño 1	T 48	Tramo unión	0.165	1.0000	0.17	3.50	7.75	25	16.6	0.762
Baja Dúplex C cocina	T 49	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex C cuarto	T 50	Lavadora	0.15	0.7071	0.11	3.50	6.21	20	13.2	0.775
Baja Dúplex C cocina	T 51	Tramo unión	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
Baja Dúplex C cocina	T 52	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex C cocina	T 53	Tramo unión	0.40	1.0000	0.40	3.50	12.06	25	16.6	1.848
Baja Dúplex C total	T 54	5	0.565	0.5000	0.28	3.50	10.14	40	26.6	0.508
1ª a 5ª A baño 1	T 89	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª A baño 1	T 90	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª A baño 1	T 91	Tramo unión	0.17	1.0000	0.17	3.50	7.75	20	13.2	1.206
1ª a 5ª A baño 2	T 92	Bañera > 1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
1ª a 5ª A baño 2	T 93	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª A baño 2	T 94	Tramo unión	0.43	0.5774	0.25	3.50	9.50	20	13.2	1.814
1ª a 5ª A cuarto	T 95	Lavadora	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
1ª a 5ª A cocina	T 96	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª A cocina	T 97	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª A cocina	T 98	Tramo unión	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	25	16.6	0.924
1ª a 5ª A total	T 99	7	0.78	0.4082	0.32	3.50	10.76	40	26.6	0.573
1ª a 5ª B baño 1	T 100	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª B baño 1	T 101	Bañera > 1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
1ª a 5ª B baño 1	T 102	Tramo unión	0.265	1.0000	0.27	3.50	9.82	20	13.2	1.936
1ª a 5ª B baño 1	T 103	Bidé	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª B baño 1	T 104	Tramo unión	0.33	0.7071	0.23	3.50	9.21	20	13.2	1.705
1ª a 5ª B cocina	T 105	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª B cocina	T 106	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª B cocina	T 107	Tramo unión	0.53	1.0000	0.53	3.50	13.89	32	21.2	1.501
1ª a 5ª B cuarto	T 108	Lavadora	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
1ª a 5ª B total	T 109	6	0.68	0.4472	0.30	3.50	10.52	40	26.6	0.547
1ª a 5ª C baño 1	T 110	Ducha	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª C baño 1	T 111	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª C baño 1	T 112	Tramo unión	0.165	1.0000	0.17	3.50	7.75	20	13.2	1.206
1ª a 5ª C baño 2	T 113	Bañera > 1,4	0.20	1.0000	0.20	3.50	8.53	20	13.2	1.461
1ª a 5ª C baño 2	T 114	Lavabo	0.065	1.0000	0.07	3.50	4.86	20	13.2	0.475
1ª a 5ª C baño 2	T 115	Tramo unión	0.43	0.5774	0.25	3.50	9.50	20	13.2	1.814
1ª a 5ª C cocina	T 116	Lavavajillas	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª C cocina	T 117	Fregadero	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª C cocina	T 118	Tramo unión	0.63	0.4472	0.28	3.50	10.12	25	16.6	1.302
1ª a 5ª C cuarto	T 119	Lavadora	0.15	1.0000	0.15	3.50	7.39	20	13.2	1.096
1ª a 5ª C total	T 120	7	0.78	0.4082	0.32	3.50	10.76	40	26.6	0.573
Planta baja total	T 121	Previsión	0.75	1.0000	0.75	3.50	16.52	40	26.6	1.350

Tabla 3.5.9.2.1 – Velocidades de tuberías de ACS

3.5.9.2.2 Pérdidas totales en tuberías

LOCAL	Pérdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Alta Dúplex A baño 1	4.32	3.5	15.1	6.0	0.677	1.5	0.166
Alta Dúplex A baño 1	4.32	1.5	6.5	4.0	0.451	1.5	0.157
Alta Dúplex A baño 1	10.51	1.3	13.7	0.0	0.000	0.0	0.014
Alta Dúplex A baño 1	7.11	1.5	10.7	3.8	1.015	1.5	0.162
Alta Dúplex A baño 1	5.29	4.0	21.2	0.0	0.000	0.0	0.021
Alta Dúplex A baño 2	4.32	3.5	15.1	6.0	0.677	1.5	0.166
Alta Dúplex A baño 2	24.18	1.5	36.3	3.8	4.058	1.5	0.190
Alta Dúplex A baño 2	14.24	1.0	14.2	0.0	0.000	0.0	0.014
Alta Dúplex A total	1.75	21.0	36.8	3.8	0.377	21.0	2.137
Alta Dúplex B baño 1	4.32	3.0	13.0	4.0	0.451	1.5	0.163
Alta Dúplex B baño 1	7.11	1.5	10.7	3.8	1.015	1.5	0.162
Alta Dúplex B baño 1	5.29	3.9	20.6	2.0	0.581	0.0	0.021
Alta Dúplex B baño 2	4.32	2.8	12.1	4.0	0.451	1.5	0.163
Alta Dúplex B baño 2	7.11	1.5	10.7	2.0	0.534	1.5	0.161
Alta Dúplex B baño 2	5.29	9.0	47.6	2.0	0.581	0.0	0.048
Alta Dúplex B total	1.16	21.0	24.4	3.8	0.223	21.0	2.125
Alta Dúplex C baño 1	24.18	5.0	120.9	6.0	6.408	1.5	0.277
Alta Dúplex C baño 1	4.32	1.5	6.5	4.0	0.451	1.5	0.157
Alta Dúplex C baño 1	36.11	1.0	36.1	0.0	0.000	0.0	0.036
Alta Dúplex C baño 1	4.32	1.5	6.5	4.0	0.451	1.5	0.157
Alta Dúplex C baño 1	28.86	2.0	57.7	2.0	2.908	0.0	0.061
Alta Dúplex C baño 1	4.32	1.5	6.5	2.0	0.226	1.5	0.157
Alta Dúplex C baño 1	10.82	1.5	16.2	2.0	1.110	0.0	0.017
Alta Dúplex C baño 2	7.11	3.5	24.9	6.0	1.602	1.5	0.176
Alta Dúplex C baño 2	4.32	1.5	6.5	4.0	0.451	1.5	0.157
Alta Dúplex C baño 2	5.29	2.3	12.2	2.0	0.581	0.0	0.013
Alta Dúplex C total	1.75	21.0	36.8	3.8	0.386	21.0	2.137
Baja Dúplex A baño 1	24.18	3.5	84.6	6.0	6.408	1.5	0.241
Baja Dúplex A baño 1	4.32	1.0	4.3	4.0	0.451	1.5	0.155
Baja Dúplex A baño 1	36.11	2.0	72.2	0.0	0.000	0.0	0.072
Baja Dúplex A cuarto	14.49	6.5	94.2	9.8	5.887	1.5	0.250
Baja Dúplex A cuarto	14.24	2.1	29.9	0.0	0.000	0.0	0.030
Baja Dúplex A cocina	7.11	1.0	7.1	6.0	1.602	1.5	0.159
Baja Dúplex A cocina	7.11	2.3	16.4	3.8	1.015	1.5	0.167
Baja Dúplex A cocina	7.83	2.0	15.7	0.0	0.000	0.0	0.016
Baja Dúplex A total	1.75	18.0	31.5	3.8	0.582	18.0	1.832
Baja Dúplex B baño 1	4.32	6.4	27.6	8.0	0.902	1.5	0.179
Baja Dúplex B baño 1	24.18	1.0	24.2	4.0	4.272	1.5	0.178
Baja Dúplex B baño 1	36.11	1.5	54.2	0.0	0.000	0.0	0.054
Baja Dúplex B baño 1	4.32	6.5	28.1	2.0	0.226	1.5	0.178
Baja Dúplex B baño 1	10.82	3.3	35.7	5.8	3.371	0.0	0.039
Baja Dúplex B cocina	7.11	2.6	18.5	6.0	1.602	0.0	0.020
Baja Dúplex B cocina	7.11	1.0	7.1	2.0	0.534	1.5	0.158
Baja Dúplex B cocina	24.18	2.6	62.9	4.0	4.272	0.0	0.067
Baja Dúplex B cuarto	14.49	2.3	33.3	3.8	2.283	1.5	0.186
Baja Dúplex B cuarto	10.82	2.1	22.7	1.8	1.177	0.0	0.024
Baja Dúplex B total	1.75	18.0	31.5	5.8	0.868	18.0	1.832

LOCAL	Perdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Baja Dúplex C baño 1	7.11	2.0	14.2	6.0	1.602	1.5	0.166
Baja Dúplex C baño 1	4.32	1.0	4.3	4.0	0.451	1.5	0.155
Baja Dúplex C baño 1	5.29	4.0	21.2	4.0	1.162	0.0	0.022
Baja Dúplex C cocina	7.11	1.0	7.1	6.0	1.602	1.5	0.159
Baja Dúplex C cuarto	7.11	2.0	14.2	5.8	1.742	0.0	0.016
Baja Dúplex C cocina	14.49	2.5	36.2	0.0	0.000	0.0	0.036
Baja Dúplex C cocina	7.11	1.8	12.8	4.0	1.068	1.5	0.164
Baja Dúplex C cocina	27.04	3.5	94.6	3.8	6.490	0.0	0.101
Baja Dúplex C total	1.75	18.0	31.5	5.8	0.749	18.0	1.832
1ª a 5ª A baño 1	4.32	1.7	7.3	4.0	0.451	1.5	0.158
1ª a 5ª A baño 1	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
1ª a 5ª A baño 1	19.05	2.0	38.1	0.0	0.000	0.0	0.038
1ª a 5ª A baño 2	24.18	1.0	24.2	6.0	6.408	1.5	0.181
1ª a 5ª A baño 2	4.32	0.8	3.5	4.0	0.451	1.5	0.154
1ª a 5ª A baño 2	36.11	0.7	25.3	1.8	2.962	0.0	0.028
1ª a 5ª A cuarto	14.49	1.0	14.5	5.8	3.484	1.5	0.168
1ª a 5ª A cocina	7.11	1.0	7.1	1.8	0.481	1.5	0.158
1ª a 5ª A cocina	7.11	1.0	7.1	6.0	1.602	1.5	0.159
1ª a 5ª A cocina	7.83	1.5	11.7	2.0	0.854	0.0	0.013
1ª a 5ª A total	1.75	12.0	21.0	3.8	0.624	12.0	1.222
1ª a 5ª B baño 1	4.32	3.7	16.0	8.0	0.902	1.5	0.167
1ª a 5ª B baño 1	24.18	1.3	31.4	4.0	4.272	1.5	0.186
1ª a 5ª B baño 1	36.11	1.0	36.1	0.0	0.000	0.0	0.036
1ª a 5ª B baño 1	4.32	4.3	18.6	4.0	0.451	1.5	0.169
1ª a 5ª B baño 1	29.86	2.3	68.7	4.0	5.815	0.0	0.074
1ª a 5ª B cocina	7.11	0.8	5.7	6.0	1.602	1.5	0.157
1ª a 5ª B cocina	7.11	1.4	10.0	4.0	1.068	1.5	0.161
1ª a 5ª B cocina	13.29	2.0	26.6	3.8	4.283	0.0	0.031
1ª a 5ª B cuarto	14.49	1.7	24.6	5.8	3.484	1.5	0.178
1ª a 5ª B total	1.75	12.0	21.0	2.0	0.299	12.0	1.221
1ª a 5ª C baño 1	7.11	1.1	7.8	4.0	1.068	1.5	0.159
1ª a 5ª C baño 1	4.32	1.4	6.0	2.0	0.226	1.5	0.156
1ª a 5ª C baño 1	19.05	2.2	41.9	5.8	4.216	0.0	0.046
1ª a 5ª C baño 2	24.18	2.0	48.4	6.0	6.408	1.5	0.205
1ª a 5ª C baño 2	4.32	1.0	4.3	4.0	0.451	1.5	0.155
1ª a 5ª C baño 2	36.11	4.0	144.4	4.0	6.582	0.0	0.151
1ª a 5ª C cocina	7.11	1.0	7.1	6.0	1.602	1.5	0.159
1ª a 5ª C cocina	7.11	1.2	8.5	4.0	1.068	1.5	0.160
1ª a 5ª C cocina	14.24	1.6	22.8	1.8	1.525	0.0	0.024
1ª a 5ª C cuarto	14.49	1.2	17.4	6.0	3.604	1.5	0.171
1ª a 5ª C total	1.75	12.0	21.0	7.8	1.281	12.0	1.222
Planta baja total	4.31	12.0	51.7	7.8	7.104	12.0	1.259

Tabla 3.5.9.2.2 – Pérdidas totales de tuberías de ACS

3.5.9.3 Aguas pluviales:**3.5.9.3.1 Velocidades en tuberías**

LOCAL	TRAMO	APARATO	CAUDAL (dm ³ /s)	Coef. Simultaneidad	Caudal punta	VELOCIDAD (m/s)	Diametro interior MIN (mm)	Diametro Comercial EX (mm)	Diametro Interior (mm)	VELOCIDAD FINAL (m/s)
Alta Dúplex A baño 1	T 1	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex A baño 2	T 2	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 1	T 4	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex B baño 2	T 5	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 1	T 7	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Alta Dúplex C baño 2	T 8	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex A baño	T 10	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex B baño 1	T 13	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Baja Dúplex C baño 1	T 15	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª A baño 1	T 17	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª A baño 2	T 18	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª B baño	T 20	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª C baño 1	T 23	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
1ª a 5ª C baño 2	T 24	Inodoro	0.10	1.0000	0.10	3.50	6.03	20	13.2	0.731
Subida pluviales	T 26		1.40	0.3780	0.53	2	18.35	40	26.6	0.952

Tabla 3.5.9.3.1 – Velocidades de tuberías de agua de pluviales

3.5.9.3.2 Pérdidas totales en tuberías

LOCAL	Pérdida de carga (mBar/m)	Longitud	Perd. En tubería (mBar)	Coef. Res. Sing.	Perd. Acce. (mBar)	Diferencia de cotas (m)	Perd. Total (Bar)
Alta Dúplex A baño 1	7.11	11.0	78.2	10.0	2.670	1.5	0.231
Alta Dúplex A baño 2	7.11	2.2	15.6	6.0	1.602	1.5	0.167
Alta Dúplex B baño 1	7.11	10.0	71.1	6.0	1.602	1.5	0.223
Alta Dúplex B baño 2	7.11	7.2	51.2	10.0	2.670	1.5	0.204
Alta Dúplex C baño 1	7.11	7.2	51.2	10.0	2.670	1.5	0.204
Alta Dúplex C baño 2	7.11	6.9	49.1	10.0	2.670	1.5	0.202
Baja Dúplex A baño	7.11	8.0	56.9	10.0	2.670	1.5	0.210
Baja Dúplex B baño 1	7.11	3.0	21.3	4.0	1.068	1.5	0.172
Baja Dúplex C baño 1	7.11	10.0	71.1	14.0	3.738	1.5	0.225
1ª a 5ª A baño 1	7.11	2.4	17.1	10.0	2.670	1.5	0.170
1ª a 5ª A baño 2	7.11	1.8	12.8	4.0	1.068	1.5	0.164
1ª a 5ª B baño	7.11	9.0	64.0	10.0	2.670	1.5	0.217
1ª a 5ª C baño 1	7.11	7.0	49.8	10.0	2.670	1.5	0.202
1ª a 5ª C baño 2	7.11	1.0	7.1	4.0	1.068	1.5	0.158
Subida pluviales	4.31	27.0	116.4	5.2	2.358	27.0	2.819

Tabla 3.5.9.3.2 – Pérdidas totales de tuberías de agua de pluviales

3.5.9.2 Caudal Instalado:**3.5.9.2.1 Caudal instalado Agua Fría**

CAUDAL INSTALADO AGUA FRÍA			
Tipo de aparato	Caudal unidad (dm³/s)	Número de aparatos	Caudal total (dm³/s)
Lavabo	0,1	34	3,4
Bidé	0,1	8	0,8
Ducha	0,2	15	3,0
Bañera	0,3	20	6,0
Grifo	0,1	4	0,4
Lavadora	0,2	18	3,6

Lavavajillas	0,15	18	2,7
Fregadero	0,2	18	3,6
TOTAL AGUA FRÍA	-	135	23,7

TABLA 3.5.9.2.1.1

3.5.9.2.2 Caudal instalado Agua Caliente

CAUDAL INSTALADO AGUA CALIENTE			
Tipo de aparato	Caudal unidad (dm ³ /s)	Número de aparatos	Caudal total (dm ³ /s)
Lavabo	0,1	34	3,4

Bidé	0,1	8	0,8
Ducha	0,2	15	3,0
Bañera	0,3	20	6,0
Lavadora	0,2	18	3,6
Lavavajillas	0,15	18	2,7
Fregadero	0,2	18	3,6
TOTAL AGUA CALIENTE	-	131	23,3

TABLA 3.5.9.2.1.2

3.5.9.2.3 Caudal instalado Pluviales**CAUDAL INSTALADO PLUVIALES**

Tipo de aparato	Caudal unidad (dm³/s)	Número de aparatos	Caudal total (dm³/s)
Inodoro	0,1	34	3,4
TOTAL PLUVAILES	-	34	3,4

TABLA 3.5.9.2.1.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo VI

INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

ÍNDICE ANEXO VI: INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

3.6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO	3
3.6.1 OBJETO DEL ANEXO	3
3.6.2 ALCANCE:	3
3.6.3 NORMATIVA	3
3.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	3
3.6.4.1 Evacuación de Aguas Residuales	4
3.6.4.2 Evacuación Aguas Pluviales	5
3.6.4 COMPONENTES Y DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES:	5
3.6.4.1 Desagües Interiores	5
3.6.4.2 Bajantes de aguas residuales	7
3.6.4.3 Redes de Colectores de aguas residuales:	9
3.6.4.3.1 Ramales colectores:	9
3.6.4.3.2 Colectores horizontales de aguas residuales:	9
3.6.5 CARACTERÍSTICAS DE LA RED	10
3.6.5.1 Elementos Cortafuegos	10
3.6.6 TRAZADO	11
3.6.7 CÁLCULOS	11

3.6.7.1 Diámetro exterior de las tuberías	11
3.6.7.2. Bajantes de Residuales.....	12
3.6.7.2.1 Colectores Residuales.....	15
3.6.8. DIMENSIONADO BOMBA SÓTANO	16
3.6.8.1 Cálculo de todos los caudales.....	16
3.6.8.3 Capacidad del depósito de acumulación.....	17
3.6.8.4 Bomba y depósitos seleccionados	17
3.6.9 RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES:	18
3.6.9.1 Cálculo de la red de pluviales:	19
3.6.9.1.1 Sumideros:	20
3.6.9.1.2 Canalones:	21
3.6.9.1.3 Bajantes:.....	21
3.6.9.1.4 Colectores:	22
3.6.9.1.5 Dimensionado de las arquetas:	23
3.6.10 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	24
3.6.10.1 Dimensionado del depósito y bomba:	25

3.6 INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

3.6.1 OBJETO DEL ANEXO

Se definen en este apartado las características técnicas de la Instalación de Saneamiento para realizar la evacuación de aguas residuales y pluviales, en conformidad con la normativa vigente para un edificio con 18 viviendas, un local comercial y 2 garajes.

3.6.2 ALCANCE:

Se considera alcance toda la instalación de saneamiento que va desde todos los aparatos sanitarios hacia la red de saneamiento principal externa o de pluvial.

3.6.3 NORMATIVA

Para la realización del presente Trabajo se han tenido en consideración las siguientes Normativas, Reglamentos y Ordenanzas vigentes en la fecha de realización del mismo.

- Código Técnico de la Edificación (CTE), en concreto, el documento HS Salubridad, apartado HS 5 “Evacuación de aguas” aprobado por el Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del mismo.
- Normas UNE, de obligado cumplimiento, para el dimensionado de tuberías y, en general, cualquier otro elemento de la Instalación de saneamiento.

3.6.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La edificación presenta 9 plantas en total:

Planta Sótano 1: Garaje

Planta Sótano 2: Garaje

Planta Baja: Comercial.

Plantas 1ª, 2ª, 3ª, 4ª y 5ª con tres viviendas cada una.

Planta 6ª, Planta Baja Duplex (3 viviendas).

Planta Bajo Cubierta: Planta Alta Duplex.

Se aplicará un proceso de cálculo para un sistema separativo, es decir, se dimensionará la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, de forma separada e independiente, para acometer a las redes municipales de saneamiento.

3.6.4.1 Evacuación de Aguas Residuales

Las aguas fecales y residuales son recogidas en los puntos de descarga y conducidas, mediante pequeñas redes de saneamiento horizontal, hacia las bajantes interiores que descargan en colectores colgados del techo de la primera planta.

En techo de la primera planta se producen ligeras desviaciones de las mismas para así desembocar en techo planta sótano. Una vez en esta planta van suspendidas del forjado, recogiendo todas las bajantes, para así desaguar a través de sifón general a la red municipal de saneamiento.

Se recogen también las aguas de inundación, desagües de los cuartos de instalaciones y todas aquellas otras que se pudieran acumular en las plantas sótano, canalizándolas hacia el pozo de bombeo ubicado en el mismo.

La canalización de estas aguas hasta el pozo será mediante una red de arquetas y que conducen las aguas hacia el pozo de bombeo, desde el cual se elevan hasta las arquetas que desembocan en la red municipal de saneamiento.

En la zona exterior se instalará una red de colectores enterrados para la recogida de aguas residuales proveniente de vestuarios y piscina comunal.

En la parte de cálculos aparecen justificados los diámetros adoptados en bajantes, colectores y pequeñas redes de evacuación.

3.6.4.2 Evacuación Aguas Pluviales

Se instalará un sistema de reutilización de aguas pluviales, el cual será descrito con detalle en el apartado correspondiente a aguas pluviales.

Las aguas de procedencia pluvial y sobre rasante son recogidas en la cubierta mediante canalones, y transportadas por bajantes que discurren por los paramentos verticales adosadas a fachadas.

Las bajantes que discurren por fachadas principales descargan el agua a través de arquetas directamente y mediante una red de colectores pluviales serán transportadas al pozo de bombeo para su posterior utilización en aguas de inodoros.

El trazado esquemático y dimensiones de las canalizaciones aparecen reflejados en planos, justificándose las dimensiones y características en esta memoria.

La ubicación y dimensiones de dicho pozo se indican en plano, justificándose en el apartado de memoria de garaje.

3.6.4 COMPONENTES Y DIMENSIONADO DE LA RED DE AGUAS RESIDUALES:

3.6.4.1 Desagües Interiores

Para el dimensionado de la red, se ha tenido en cuenta la tabla 4.1 del DB, apartado HS5, en el que se muestra el diámetro mínimo de sifón y derivación individual. Se muestra a continuación:

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario		Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
		Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo		1	2	32	40
Bidé		2	3	32	40
Ducha		2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50
Inodoro	Con cisterna	4	5	100	100
	Con fluxómetro	8	10	100	100
Urinario	Pedestal	-	4	-	50
	Suspendido	-	2	-	40
	En batería	-	3,5	-	-
Fregadero	De cocina	3	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	2	-	40
Lavadero		3	-	40	-
Vertedero		-	8	-	100
Fuente para beber		-	0,5	-	25
Sumidero sifónico		1	3	40	50
Lavavajillas		3	6	40	50
Lavadora		3	6	40	50
Cuarto de baño	Inodoro con cisterna	7	-	100	-
(lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-
Cuarto de aseo	Inodoro con cisterna	6	-	100	-
(lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con fluxómetro	8	-	100	-

Tabla 3.6.4.1.1 - Diámetros nominales de sifón y D

Para cada aparato hay un determinado número de unidades de desagüe, que depende de su capacidad de llenado y, en consecuencia, de su necesidad de evacuación. Se establece una correspondencia directa entre las unidades de carga, y los diámetros mínimos de cierres hidráulicos y las tuberías de conexión de los aparatos.

La evacuación de las aguas residuales desde los aparatos sanitarios, se hará con red de desagües en tubería de Polipropileno Insonorizado, que satisfarán los condicionantes exigidos por la Normativa vigente (UNE-EN-1451).

Los inodoros irán conectados directamente a las bajantes. El resto de aparatos sanitarios de baños y aseos irán conectados a botes sifónicos, que se colocarán como máximo recomendable a 1,00 m. de la bajante y con acometidas desde los aparatos inferiores a 2,00 m.

En las cocinas y tendederos los cierres hidráulicos serán individuales, empleándose los correspondientes sifones tubulares tipo "S".

los cierres hidráulicos serán registrables, pudiéndose realizar su mantenimiento desde el

propio local húmedo, por lo que en ningún caso quedarán tapados u ocultos que ello lo imposibilite. Las tapas de los botes sifónicos dispondrán de cierre hermético y será estanco.

El diámetro interior mínimo de las conducciones no será bajo ningún concepto inferior a:

Lavabos y bidés	32 mm.
Bañeras y duchas	40 mm.
Desembarque bote sifónico a bajante	50 mm.
Inodoro	100 mm.
Fregadero	40 mm.
Electrodomésticos con bombeo	50 mm.

Además, para el buen funcionamiento de la red se tratará de evacuar rápidamente el agua de los aparatos sanitarios, por lo que los desagües y colectores horizontales tendrán pendientes según el DB HS5:

- para $\phi < 100$ Entre 2% y 4%
- para $\phi > 100$ Entre 1% y 4%

En nuestra instalación se emplearán pendientes del 2%

3.6.4.2 Bajantes de aguas residuales

Las bajantes mantendrán la sección constante en todo su recorrido, y salvo desvíos puntuales mantendrán su trazado vertical a lo largo del mismo. En los tramos donde es preciso desviarlas y cambiar su trazado, se tratarán como albañales o conductos horizontales suspendidos atendiendo a los requisitos de éstos.

Las bajantes de residuales irán sobredimensionadas. Se ha realizado de forma que no se rebasa el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no es nunca superior a 1/3 de la sección transversal de la tubería.

El diámetro de las bajantes se obtiene en la tabla 4.4 como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada

ramal en función del número de plantas.

Tabla 4.4 Diámetro de las <i>bajantes</i> según el número de alturas del edificio y el número de UD				
Máximo número de UD, para una altura de <i>bajante</i> de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de <i>bajante</i> de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 3.6.4.2.1 - Diámetro de las bajantes

Para todas aquellas bajantes a las que acometen inodoros, el diámetro mínimo será de 110 mm, aunque el número de descargas según la tabla sea mucho menor que la correspondiente para dicho diámetro, ya que el diámetro del manguetón del inodoro va a ser de 100 mm.

Las desviaciones con respecto a la vertical, se dimensionan con los siguientes criterios:

- Si la desviación forma un ángulo con la vertical inferior a 45°, no se requiere ningún cambio de sección.
- Si la desviación forma un ángulo de más de 45°, se procederá de la manera siguiente.
 - El tramo de la bajante por encima de la desviación se dimensionará como se ha especificado de forma general.
 - El tramo de la desviación, se dimensiona como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser menos que el tramo anterior.
 - Para el tramo situado por debajo de la desviación se adoptará un diámetro igual o mayor al de la desviación.

Las bajantes interiores se proyectan cajeadas con el fin de minimizar ruidos, las bajantes que atraviesen dormitorios irán recubiertos con lana de roca y también cajeadas.

Cuando se produzcan encuentros entre las bajantes con las redes horizontales de colectores, se realizarán con los accesorios estándar homologados.

Los encuentros de las bajantes con las redes horizontales de colectores enterrados, se realizará mediante arquetas registrables cuya dimensión mínima será la indicada en el CTE apartado DB-HS5, en función del diámetro del colector de salida.

3.6.4.3 Redes de Colectores de aguas residuales:

3.6.4.3.1 *Ramales colectores:*

Se utilizará la tabla 4.3 del DB HS5 para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante			
Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 3.6.4.3.1.1 - Diámetro ramales colectores

3.6.4.3.2 *Colectores horizontales de aguas residuales:*

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar desde mitad de sección hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la tabla 4.5 del DB HS5 en función del máximo número de UD y de la pendiente. Se muestra a continuación:

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 3.6.4.3.2.1 - Diámetro de colectores horizontales

En nuestro caso utilizaremos una pendiente del 2%

3.6.5 CARACTERÍSTICAS DE LA RED

Para la red de saneamiento residual, tanto en su trazado vertical como horizontal en el interior de viviendas, oficinas y local comercial, se opta por la elección de tuberías de Polipropileno insonorizado que satisfarán los condicionantes exigidos por la Normativa vigente (UNE-EN-1451).

La red de colectores enterrados se diseña con tubería de PVC según norma UNE-EN 1401-I.

En la salida de descarga del grupo de bombeo se empleará tubería de PVC, según norma UNE EN 1452 el cual especifica las características técnicas para canalización con presión, esto nos proporcionará una elevada resistencia al impacto, excelente estanqueidad, mayor vida útil, ligera y fácil de montar.

Al atravesar sectores de incendio diferentes, en techo de la primera planta y techo planta sótano, se dispondrán collarines con banda intumescente y tira metálica que se cerrará mecánicamente ante la presencia de fuego, es decir, se introducirán elementos cortafuegos.

3.6.5.1 Elementos Cortafuegos

Se dispondrán los elementos cortafuegos necesarios en cada bajante, instalados en los encuentros con techos o paredes, abrazando la tubería siempre y cuando atraviere sectores de incendio diferentes tal y como se ha mencionado con anterioridad.

En caso de incendio, cuando se alcanza una temperatura de 130° C, el manguito cortafuegos aumenta 10 veces su propio volumen, comprimiendo la tubería y cerrándola completamente, impidiendo así el paso del fuego a través de la misma.

3.6.6 TRAZADO

El trazado esquemático de la instalación queda grafiado en el anexo de planos correspondiente, donde se pueden observar los desagües de los aparatos hasta la bajante más próxima, la previsión de conexión en cada local a la bajante correspondiente, la red de colectores de planta sótano 1 y finalmente la conexión a la red de alcantarillado público.

3.6.7 CÁLCULOS

El cálculo de las canalizaciones se efectúa considerando el número de aparatos evacuados por el tramo y el número de unidades de descarga.

3.6.7.1 Diámetro exterior de las tuberías

Los diámetros de descarga para los aparatos empleados en la instalación que nos ocupa son los siguientes:

APARATO	USO	DIÁMETRO (mm)
Lavabos	Privado	32
Inodoros	Privado	110
Duchas	Privado	40
Bidés	Privado	32

Bañeras	Privado	40
Lavadora	Privado	40
Fregadero	Privado	40
Lavavajillas	Privado	40
Unión bote sifónico-Bajante		50

Tabla 3.6.7.1.1 - Diámetros de descarga

La representación y enumeración de los tramos correspondientes en cada estancia y local, son acordes a lo expuesto en los planos destinados a saneamiento.

3.6.7.2. Bajantes de Residuales

De acuerdo con la numeración de bajantes representadas en planos y en función del caudal asignado a cada una de ellas, se lleva a cabo el dimensionamiento de las mismas.

A efectos de simplificar el cálculo, tenemos la siguiente tipificación de bajantes desde bajo cubierta hasta entreplanta:

TIPO	APARATOS RECOGIDOS	DESAGUES POR APARATO	UNIDADES DE DESCARGA TOTALES	DIÁMETRO BAJANTE (mm)	DIÁMETRO ADOPTADO (mm)
A	6 lavadoras	3	154	125	125
	6 fregaderos	3			
	6 lavavajillas	3			
	13 lavabos	1			
	13 inodoros	4			
	7 bañeras	3			
	1 bidé	2			
	6 Duchas	2			
B	6 lavadoras	3	131	110	125
	6 fregaderos	3			
	6 lavavajillas	3			
	8 lavabos	1			
	8 inodoros	4			
	7 bañeras	3			
		2			

	7 bidés 1 Ducha	2			
C	6 lavadoras 6 fregaderos 6 lavavajillas 13 lavabos 13 inodoros 6 bañeras 7 Duchas	3 3 3 1 4 3 2	151	125	125
T	Total		436	160	160

Tabla 3.6.7.2.1 - Diámetros bajantes

La ubicación en las bajantes y su diámetro quedarán indicados en los planos del trabajo.

En el techo de la planta baja se producen pequeñas desviaciones en algunas bajantes y la unión de otras para salir conectadas a una bajante común que recoge todas las aguas

residuales en el techo del garaje.

BAJANTES	UNIDADES DE DESCARGA	DIÁMETRO (mm)
Bajante 4 = A+B+C	436	160

Tabla 3.6.7.2.2 – Diámetro bajante principal

Una vez en la planta del garaje las bajantes se reúnen en colectores suspendidos de techo para salir a la red municipal de saneamiento residual.

3.6.7.2.1 Colectores Residuales

Los albañales, colectores y desvíos de las bajantes que se producen en el forjado de planta baja y planta sótano, se calculan teniendo en cuenta los caudales que transportan y la pendiente que presentan.

Estos datos aparecen reflejados en los siguientes cuadros:

- Colectores suspendidos forjado primera planta

TRAMO	U.d.D. TOTAL	PTE. COLECTOR	DIÁMETRO MÍNIMO COLECTOR (mm)	DIÁMETRO ADOPTADO (mm)
1	154	2%	110	125
2	285	2%	110	125
3	436	2%	125	125

Tabla 3.6.7.2.1.1 - Diámetro colectores

- Colector suspendido forjado planta sótano

TRAMO	U.d.D. TOTAL	PTE. COLECTOR	DIÁMETRO MÍNIMO COLECTOR	DIÁMETRO ADOPTADO
Conexión red munic.	436	2%	160 mm	160 mm

Tabla 3.6.7.2.1.2 – Diámetro colector sótano

3.6.8. DIMENSIONADO BOMBA SÓTANO

Se expondrán a continuación los criterios seleccionados para el cálculo de la bomba necesaria para bombear el agua del sótano hasta la altura de red de alcantarillado. Se tendrán en cuenta los caudales de los consumos instalados y el caudal de lluvias de la zona.

3.6.8.1 Cálculo de todos los caudales

- En los sótanos existen un grifo instalado lo que proporciona un caudal de 0,1 l/s.
- Se añade el caudal proveniente de lluvias a través de la rampa del garaje:

El área en proyección horizontal que recogen el sumidero-rejilla a la bajada de la rampa es de 40 m², con lo cual, sabiendo la intensidad pluviométrica de la zona que, según el mapa B1 del apéndice B del HS5 es de 90 mm/h (90 l/h) (0,025 l/s*m²), sacamos el caudal que nos ocupa:

$$Q_p = 40 \text{ m}^2 \times 0,025 \text{ l/s} \times \text{m}^2 = 1 \text{ l/s}$$

- Sumamos los dos caudales para sacar el total:

$$Q_t = 1 \text{ l/s} + 0,1 \text{ l/s} + 0,1 \text{ l/s} = 1,2 \text{ l/s}$$

3.6.8.2 Caudal de la bomba

Según el apartado 4.6.2 del HS5 el caudal de la bomba será igual o mayor del 125% del caudal de aportación, con lo cual:

$$Q_b = 1,25 \times Q_t = 1,25 \times 1,2 = 1.500 \text{ l/s.} = 5,400 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.6.8.3 Capacidad del depósito de acumulación

Según el apartado 4.6.1 del HS5, el dimensionado del depósito se hace de forma que se limite el número de arranques y paradas de las bombas, considerando aceptable que éstas sean 12 veces a la hora, como máximo. La capacidad mínima del depósito será dada por la siguiente fórmula:

$$Vu = 0,3 \times Qb = 0,3 \times 1,500 = 0.41 \text{ m}^3 = 450 \text{ litros}$$

3.6.8.4 Bomba y depósitos seleccionados

- **DEPÓSITO:** Elegiremos un depósito de 1000 litros de capacidad, que supera ampliamente lo mínimo que nos exige nuestra instalación, en previsión de posibles días de aguas torrenciales. Irá instalado bajo tierra a la altura del edificio.



Material Polietileno de Alta Densidad (PEHD)
Peso 42 Kgs.
Fabricante SOTRALENTZ
Medidas 1.700 mm (Largo) x 770 mm (Ancho) x 1.230 mm (Alto)

- **BOMBA:** Se instalará una electrobomba [VIGILA SS 1000M](#) monofásica sumergible de acero inoxidable, de 0.67 CV de potencia y específica para el drenaje de aguas residuales e inundaciones en sótanos.



Caudal [m³/h]	0,0	1,8	3,6	5,4	7,2	9,0	10,8	12,6	14,4	16,2
Altura [m]	9,9	9,2	8,2	7,0	5,6	4,0	2,2			
	11,6	11,2	10,6	9,7	8,6	7,2	5,5	3,6		
	13,5	13,5	13,2	12,7	11,8	10,6	9,2	7,5	5,4	3,1

Tabla 3.6.8.4.1 - Datos técnicos de la bomba VIGILA SS 1000M

3.6.9 RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES:

El dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales se establecerá en función de los valores de intensidad, duración y frecuencia de la lluvia del mapa de intensidad pluviométrica representado a continuación:

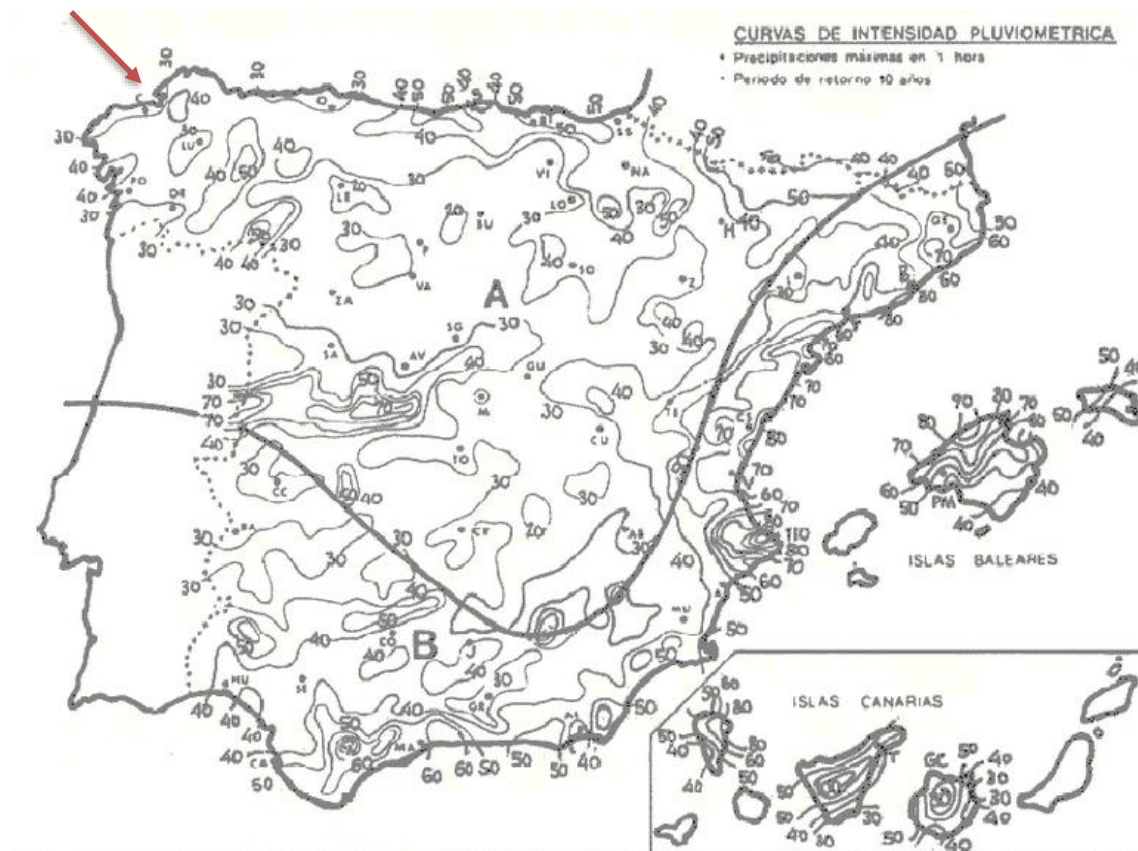


Figura 3.6.9.1 - Curvas de intensidad pluviométrica

3.6.9.1 Cálculo de la red de pluviales:

Para determinar el diámetro nominal de los canalones de evacuación de aguas pluviales, primero se determinará el régimen de intensidad pluviométrica.

La intensidad pluviométrica se obtiene en función de la isoyeta de la zona pluviométrica correspondiente a la localidad determinada.

El complejo residencial proyectado, está situado en Esteiro (Ferrol), con lo cual, nos situamos en Zona A con isoyeta 30 como se puede comprobar en la figura anteriormente expuesta.

Atendiendo a estos varemos determinamos el valor de intensidad pluviométrica (i) proporcionado en la tabla B.1 del Código Técnico sección DB HS5:

	Intensidad Pluviométrica i (mm/h)											
Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 3.6.9.1.1 - Intensidad pluviométrica

Nos corresponde un valor “ i ” de 90 mm/h

Según el DB HS5, para una intensidad menor de 100 mm/h, se aplicará un factor f de corrección a la superficie de cálculo $f = i / 100$, en nuestro caso:

$$f = \frac{i}{100} = \frac{90}{100} = 0,9 \quad (3.6.9.1.1)$$

Nuestra obra consta de dos superficies objeto de cálculo que son el edificio residencial en sí y los vestuarios ubicados en una edificación distinta; aplicaremos este factor de corrección para ambas superficies:

La superficie total de cubierta del edificio es de 301,34 m² formada por 6 cubiertas, la parte posterior del edificio está compuesta por 3 cubiertas. Se pondrán sumideros en la parte posterior del edificio. Aplicando el factor de corrección, nos queda:

$S_{\text{edificio}} = 0.9 \times 163,29 = 146,96 \text{ m}^2$ con lo cual tendremos 146,96 m² que se vierte a un mismo tramo de canalón comprendido entre su bajante y su divisoria de agua.

3.6.9.1.1 Sumideros:

El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6 siguiente de la sección DB HS5 del Código Técnico de la edificación, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
$S < 100$	2
$100 \leq S < 200$	3
$200 \leq S < 500$	4
$S > 500$	1 cada 150 m ²

Tabla 3.6.9.1.1.1 - Número de sumideros

El número de puntos de recogida debe ser suficiente para que no haya desniveles mayores que 150 mm y pendientes máximas del 0,5 %, y para evitar una sobrecarga excesiva de la cubierta.

Con las superficies anteriormente consideradas será necesario la instalación de 3 sumideros en la parte posterior.

Con las superficies anteriormente consideradas será necesario instalar 3 sumideros en la parte posterior. Las sobredimensionaremos en previsión de posibles precipitaciones que excedan lo estimado, instalando 4 sumideros en la parte posterior.

3.6.9.1.2 Canales:

Su dimensión se determina en función de la superficie en m². que se vierte a un mismo tramo de canalón comprendido entre su bajante y su divisoria de aguas y en función de la zona pluviométrica. Según la tabla 4.7 de de la sección del código técnico correspondiente, los diámetros nominales de los canales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h son:

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 3.6.9.1.2.1 – Diámetro canales

Aplicando una pendiente en el canalón del 1%, nos corresponde instalar canales con unos diámetros de 100 mm, 125 mm y 150 mm.

3.6.9.1.3 Bajantes:

Las bajantes de aguas pluviales serán de aluminio anodizado e irán adosadas a las fachadas hasta desaguar en la arqueta correspondiente.

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la siguiente tabla:

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 3.6.9.1.3.1 - Diámetro de bajante de pluviales

En el edificio de viviendas tendremos instaladas 5 bajantes.

1ª Bajante :105,87 m²

2ª Bajante :67,31 m²

3ª Bajante :67,31 m²

4ª Bajante :29,28 m²

5ª Bajante :39,49 m²

Tendremos que instalar bajantes con un diámetro nominal mínimo de 63mm. Las sobredimensionaremos en previsión de posibles precipitaciones que excedan lo estimado, instalando unas bajantes de 75mm de diámetro cada una.

3.6.9.1.4 Colectores:

Se calculan a sección llena en régimen permanente en función de la superficie recogida y la pendiente que presentan, quedan indicados en planos los diámetros adoptados.

Se realizará por tramos y su diámetro se obtiene de la siguiente tabla proporcionada por el Código Técnico de la Edificación.

Superficie proyectada (m²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 3.6.9.1.4.1 - Diámetros colectores de pluviales

En el cuadro siguiente se reflejan los resultados obtenidos para cada tramo de los colectores de recogida de aguas pluviales.

COLECTOR	SUPERFICIE RECOGIDA (m ²)	DIÁMETRO MÍNIMO (mm)	DIÁMETRO INSTALADO (mm)
Colector 1	105,87	90	110
Colector 2	240,5	125	125
Colector 3	68,77	90	110
Colector 4	136,085	110	125
Colector 5	552,22	160	160

Tabla 3.6.9.4.1 – Diámetro colectores de aguas pluviales

3.6.9.1.5 Dimensionado de las arquetas:

Las dimensiones de las arquetas se determinarán según la tabla 4.13 del DB HS5, en función

del colector de salida

	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A [cm]	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 3.6.9.1.5.1 – Dimensiones de arquetas

3.6.10 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Se instalará una red de recogida de aguas pluviales para su aprovechamiento y utilización.



Figura 3.6.10.1 – Aprovechamiento de aguas pluviales

Esta recuperación de agua pluvial consiste en filtrar el agua de lluvia captada en el tejado de ambas edificaciones como son el edificio principal y almacenarla en un depósito.

En el interior del depósito de recogida de aguas pluviales se sitúa una bomba sumergida que, al producirse demanda de los consumos a las que está conectada, distribuye el agua a través de un circuito hidráulico independiente de la red de agua potable.

Al igual que las aguas tratadas (negras y residuales), el agua pluvial se utiliza en usos donde no se requiere agua potable. En el caso del trabajo objeto, se utilizará esta agua para las cisternas de inodoros. El ahorro anual puede alcanzar varios miles de litros.

3.6.10.1 Dimensionado del depósito y bomba:

- **Depósito auxiliar de alimentación:**

El volumen mínimo del depósito se calculará en función del tiempo previsto de utilización, aplicando los criterios definidos en el código técnico en la sección HS 4. Viene dado por la siguiente expresión:

$$V = Q \times T \times 60 \quad (3.6.10.1.1)$$

Donde:

- V= volumen del depósito en litros
- Q= caudal máximo simultáneo (l/s)
- T= tiempo previsto de utilización (entre 15 y 20 minutos)

Para sacar el caudal máximo simultáneo, debemos hallar primero el caudal máximo instantáneo a partir de los consumos y una serie de coeficientes a aplicar:

$$- \quad Q_{\text{máx inst}} = Q_i \times K_v \quad (3.6.10.1.2)$$

Donde:

- Q_i = caudal instantáneo
- K_v = factor de simultaneidad por número de aparatos ($K = \frac{1}{\sqrt[n]{n-1}}$)
- $Q_{\text{máx inst.}}$ = caudal máximo instantáneo

Una vez calculado este caudal instantáneo ya podemos sacar el caudal máximo simultáneo aplicando:

$$- \quad Q_{\text{máx sim}} = N \times K_e \times Q_{\text{máx inst.}} \quad (3.6.10.1.3)$$

Donde :

- K_e = factor de simultaneidad por nº de suministros particulares ($K = \frac{19+N}{10 \cdot (N+1)}$)
- N = número de suministros particulares

Los resultados obtenidos a partir de aplicar las fórmulas mencionadas son los siguientes:

DESCRIPCIÓN	Qi (caudal inst.)	N(nº de consumos)	CONSUMO
INODORO	0,10	34	3,40
		Qi (l/s)	3,40

Qmáx. Inst. (l/s)	0.59
Qmáx. Sim (l/s)	3,04

Tabla 3.6.10.1.1 – Demanda de agua de pluviales

Volumen mínimo del depósito = Q x T x 60 = 60 x 20 x 3,04= 3648 litros.

Este es el volumen mínimo que debe tener el depósito para poder cubrir las necesidades de consumo para el que se va a diseñar.

Con la intención de aprovechar el máximo posible la recogida de agua de precipitaciones, elegiremos un depósito que pueda albergar una mayor cantidad de las mismas, procurando

así tener disponibilidad de estas aguas durante la mayoría del año.

Para la determinación del volumen del tanque de abastecimiento teniendo en cuenta los promedios mensuales de precipitaciones de todos los años evaluados, el material del techo y el coeficiente de escorrentía, se procede a determinar la cantidad de agua captada para diferentes áreas de techo y por mes aplicando la siguiente fórmula:

$$A_i = \frac{P_{p_i} \times C_e \times A_c}{1000} \quad (3.6.10.1.2)$$

Donde:

- A_i = m³ de agua al mes
- P_{p_i} = precipitación promedio mensual (l/m²)
- C_e = coeficiente de escorrentía (aplicaremos 0,9 ya que el tejado tendrá una cobertura hecha con tejas de arcilla cocida)
- A_c = área de captación (m²)
-

Como se ha explicado al principio de este anexo, la zona donde está situado el edificio tiene una intensidad pluviométrica de 90 mm mensuales, lo que equivale a 90 l/m² que, si lo multiplicamos por el número de meses anuales, nos queda una intensidad de lluvias de 90 x 12 = 1080 l/m² de lluvia anuales.

La superficie de captación es de 301,34 m², con lo cual, aplicando la fórmula mencionada, nos queda una oferta de agua mensual de la siguiente manera:

- $\frac{90 \times 0,9 \times 301,34}{1000} = 24,41$ m³ de agua mensuales o lo que es lo mismo, 24410 litros de agua al mes.

Este resultado supondría que de media podríamos llegar a obtener hasta 813,67 litros de agua proveniente de las lluvias en épocas de gran intensidad pluviométrica.

Analizando los resultados, como solución más óptima se ha decidido instalar un depósito de 10000 litros de capacidad enterrado bajo el nivel del suelo, el cual cubre las necesidades de demanda para inodoros y regadío; además, alberga capacidad suficiente para almacenaje en previsión de días de sequía.

El depósito instalado es *“Aqabase de la marca Kessel”*

- **Bomba de impulsión:**

Según lo especificado en el código técnico, sección HS 4, el cálculo de las bombas se hará en función del caudal y de las presiones de arranque y parada de las bombas (mínima y máxima respectivamente).

El caudal de las bombas será el máximo simultáneo de la instalación.

La presión mínima o de arranque (P_b) será el resultado de sumar la altura geométrica de aspiración (H_a), la altura geométrica (H_g), la pérdida de carga del circuito (P_c) y la presión residual en el grifo llave o fluxor (P_r).

El número de bombas a instalar se determinará en función del caudal total.

- **Presión mínima**

La presión mínima, debe ser aquella que asegure el funcionamiento correcto de la instalación, hasta el grifo más desfavorable de la misma, siendo la que nos da la fórmula:

$$P_{\min} = 1,20 H + 10 \quad (3.6.10.1.3)$$

H = Es la altura que hay desde el grupo, hasta la cota más alta. (27 m en nuestro caso)

- **Presión máxima**

Será la presión que limite el número de arranques y paradas de las bombas, para conseguir alargar la vida de las mismas.

$$P_{\text{máx}} = P_{\text{min}} + 2 \text{ ó } 3 \text{ bares}$$

- Caudal de las bombas

Este caudal, es el máximo simultáneo que demande la instalación o caudal punta ya calculado anteriormente y con un resultado de: $Q_{\text{máx. Sim}} (\text{l/s}) = 3,04$.

- **Potencia de las bombas**

La potencia de las bombas será la que precise para la máxima altura manométrica.

$$P = (Q \cdot H_m) / (75 \cdot \rho) \quad (3.6.10.1.4)$$

Donde:

- P = Potencia en C.V
- Q = Caudal máximo (l/s)
- Hm = Altura manométrica máxima (m.c.a)
- ρ = Rendimiento

Este valor teórico, se ajustará por exceso con los valores comerciales, de tal forma que suponga un incremento aproximado de un 20%.

RESULTADOS

PRESIÓN MÍNIMA

42,4

m.c.a.

Ó

4,24 bares

PRESIÓN MÁXIMA

62,4

m.c.a.

Ó

6,24 bares

CAUDAL DEL EQUIPO DE BOMBEO



3,04 litros/segundo

1 BOMBA

POTENCIA DEL EQUIPO DE BOMBEO



2 CV

Se supone rendimiento del 75%

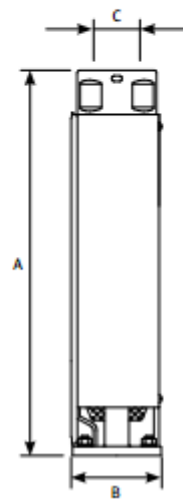
Tabla 3.6.10.1.2 – Prestaciones que debe ofrecer el equipo de bombeo

El equipo de bombeo instalado es el modelo “ESA 12 07 de la marca ESPAI” cuyas características técnicas se detallan a continuación:

Modelo	P2		l/min m³/h	0	100	140	180	220	260	Código	PVP €
	[kW]	[HP]		0	6,0	8,4	10,8	13,2	15,6		
ES4 12 07	1,5	2	m³/h	45	37	33	28	22	14	157737	177,00
ES4 12 10	2,2	3		64	54	48	41	32	20	157738	225,00
ES4 12 14	3	4		89	76	67	56	43	28	157739	285,00
ES4 12 19	4	5,5		120	102	91	76	58	37	157741	382,00
ES4 12 26	5,5	7,5		163	136	120	100	75	48	157742	516,00

ES4 12

Modelo	A	B	C	Kg
ES4 12 07	534	98	2"	5,3
ES4 12 10	690	98	2"	6,7
ES4 12 14	989	98	2"	8,6
ES4 12 19	1195	98	2"	11,0
ES4 12 26	1559	98	2"	14,3



ES4 12

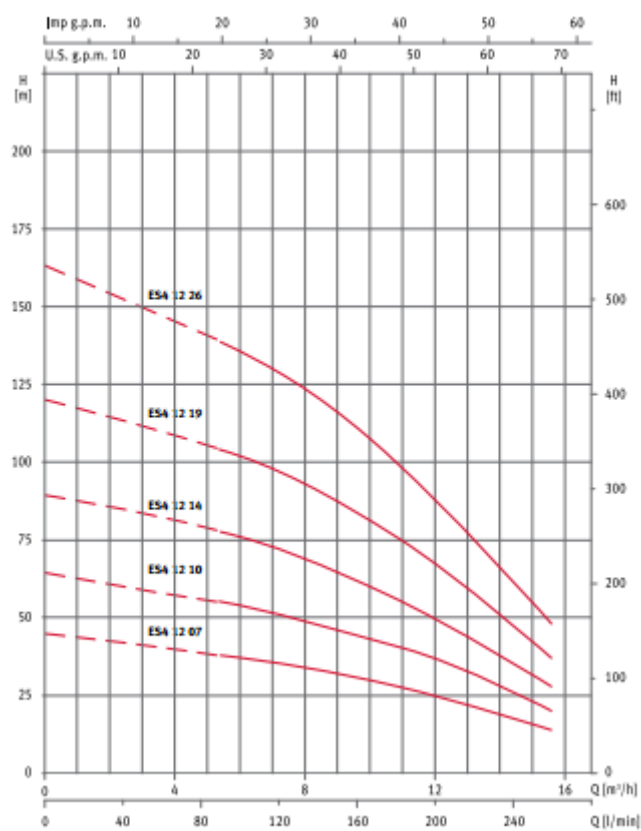


Figura 3.6.10.1.1 – Datos técnicos de la bomba instalada



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

***OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO***

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo VII

INSTALACIÓN DE ACS

ÍNDICE ANEXO VII: INSTALACIÓN DE ACS

3.7 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	4
3.7.1 OBJETO DEL ANEXO	4
3.7.2 NORMATIVA Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	4
3.7.3.1 Normativa	4
3.7.3.2 Descripción de la instalación.....	5
3.7.3.3 Componentes de la instalación	5
3.7.3 CÁLCULOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN	7
3.7.3.1 Procedimiento de verificación	7
3.7.3.2 Datos de partida	8
3.7.3.2.1 Condiciones climáticas	8
3.7.3.2.2 Zonas climáticas definidas en el CTE.....	8
3.7.3.2.3 Contribución solar mínima	10
3.7.3.2.4 Cálculo de la demanda energética	11
3.7.4 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	16
3.7.4.1 CHEQ4.....	17
3.7.4.2 Método de cálculo Metasol.....	17
3.7.4.3 Ventajas de CHEQ4 frente a f-chart.....	18
3.7.4.4 Uso del CHEQ4.....	18
3.7.4.4.1 Localización	18
3.7.4.4.2 Configuración	19
3.7.4.4.3 Demanda	20
3.7.4.4.4 Captadores solares y apoyo auxiliar.....	21
3.7.4.4.5 Otros datos	26
3.7.4.4.6 Resultados.....	27
3.7.4.5 Informe y Certificado	29

3.7.5 CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	31
3.7.5.1 Sistema de acumulación solar	31
3.7.5.2 Sistema de intercambio.....	33
3.7.5.3 Circuito hidráulico.....	35
3.7.5.3.1 Circuito hidráulico primario	36
3.7.5.3.2 Circuito hidráulico secundario.....	38
3.7.5.4 Aislamiento de la instalación.....	38
3.7.6 INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO	39
3.7.6.1 Colectores solares	39
3.7.6.2 Tuberías	40
3.7.6.3 Bomba.....	43
3.7.6.4 Vaso de expansión.....	45
3.7.6.5 Purgas de aire	49
3.7.6.6 Válvula de seguridad.....	50
3.7.6.7 Circuito hidráulico secundario	50
3.7.6.8 Sistema de energía auxiliar.....	51
3.7.6.9 Sistema de control y medida	52
3.7.6.10 Mantenimiento de la instalación	55

3.7 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

3.7.1 OBJETO DEL ANEXO

El objeto del presente anexo es el cálculo y dimensionado de la instalación solar térmica encargada de alimentar a la red de agua caliente sanitaria para el consumo en las instalaciones, necesarios para cumplir con el plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020 que incluye medidas específicas para el ahorro y la eficiencia energética en el sector residencial, tanto relativas al parque edificatorio existente como para las nuevas construcciones.

En la edificación objeto del trabajo, habrá un consumo de agua caliente sanitaria destinada a: 18 viviendas unifamiliares Y un local comercial. Para hacer frente a dicha demanda es necesario realizar una instalación energética que haga frente a los consumos previstos de agua caliente, para ello, instalaremos un sistema combinado de caldera de biomasa con paneles solares térmicos tal y como exige el Código Técnico de la edificación en su documento básico HE sección 4.

3.7.2 NORMATIVA Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.7.3.1 Normativa

- Código Técnico de la Edificación (CTE). Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del mismo (DB-HS)
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas IT (Real Decreto 1027/2013, de 20 de julio).
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Normas UNE de Obligado Cumplimiento para el dimensionado de tuberías y, en general, cualquier otro elemento de la Instalación de ACS.
- Instalaciones de Energía Solar Térmica, Pliego de condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura PET-REV – enero 2009.

3.7.3.2 Descripción de la instalación

El trabajo objeto de estudio, de una instalación solar térmica para agua caliente sanitaria, constituye un desarrollo del trabajo general del edificio en el que está incluida. Por consiguiente, las decisiones generales del trabajo de arquitectura condicionan la disposición de la instalación, y viceversa, lo que constituye el proceso habitual de proyectar, que es esencialmente iterativo.

El funcionamiento básico de la instalación, consiste en hacer circular un fluido por el interior de la parrilla de tubos del panel captador, donde se calienta por efecto de la radiación solar incidente. Este fluido se conduce mediante una bomba hasta un intercambiador de calor para que caliente el agua acumulada en un depósito. Después, el fluido retorna al captador para ser de nuevo calentado. El agua de consumo se mantiene almacenada en el interior del acumulador hasta el momento de su utilización.

La instalación contara con un equipo de apoyo que garantice la disponibilidad de agua caliente incluso en los momentos en que las condiciones meteorológicas no son adecuadas para la captación solar o cuando el consumo de agua es muy elevado. Este equipo de apoyo será centralizado para todo el complejo residencial y se situará en un cuarto previsto de calderas adecuado con las ventilaciones pertinentes según normativa.

Para el funcionamiento correcto del conjunto es necesario asegurarse de que todos los componentes de la instalación se han elegido adecuadamente, para ello se ha seguido los pasos que exige el Código Técnico de la edificación en su

documento básico HE sección 4.

Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

3.7.3.3 Componentes de la instalación

- **CAPTADORES SOLARES:** captan la energía solar para transmitirla al fluido que circula por él. Su aprovechamiento viene influido por la orientación, la inclinación o la ubicación de los mismos.
- **ACUMULADORES:** su objetivo es almacenar la energía en forma de agua caliente

para que pueda ser utilizada en los momentos de poca radiación solar.

INTERCAMBIADORES DE CALOR: encargado de transferir el fluido de los captadores con anticongelante al agua sanitaria del acumulador, sin que estos líquidos se mezclen.

- **BOMBAS DE CIRCULACIÓN:** están accionadas por un motor eléctrico y son capaces de suministrar al fluido, una cantidad de energía suficiente para transportar el fluido a través de un circuito.
- **VASO DE EXPANSIÓN:** absorbe las dilataciones del fluido contenido en un circuito cerrado, producidas por aumentos de temperatura.
- **CIRCUITO HIDRÁULICO:** circuito por donde se transporta el agua calentada en los captadores. Este circuito será cerrado, por lo tanto, hablaremos de circuitos de ida (salida de paneles) y retorno (entrada a paneles).
- **VÁLVULAS DE SEGURIDAD:** Se utilizan para controlar la presión en el circuito primario. Cuando se alcanza el valor de calibración, la válvula descarga líquido para impedir que la presión de la instalación alcance límites peligrosos para el funcionamiento de los colectores solares y de los dispositivos instalados. Deben estar diseñadas para trabajar en el circuito solar.
- **EQUIPO DE ENERGÍA AUXILIAR:** se utiliza para cubrir la demanda que la energía solar no pueda satisfacer directamente, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.
- **SISTEMAS DE REGULACIÓN Y CONTROL:** Para que todo el sistema funcione correctamente, se debe disponer de un control automático, con sondas de medición de temperaturas en paneles, depósitos, programación, activación de disipador eléctrico (en caso de existir este sistema), programador, control de bombas, etc.

3.7.3 CÁLCULOS PREVIOS A LA INSTALACIÓN

3.7.3.1 Procedimiento de verificación

En la Sección HE4, del DB HE, apartado 1.2, se establece la forma de proceder para el cumplimiento de la Exigencia Básica HE4, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

- 1) Obtención de la contribución solar mínima, según el apartado 2.1.

Define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, indicándose sus valores.

- 2) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.

El método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

El apartado 3.7.3, recoge los criterios generales de cálculo, que, en la memoria del trabajo, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar.

- 3) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 4.

No es objeto de diseño de este trabajo, aunque debe estar presente en la memoria.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de

la instalación será el establecido en estos apartados.

3.7.3.2 Datos de partida

Siguiendo el criterio del apartado 3º del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de A.C.S., la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente. Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

3.7.3.2.1 Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE.

3.7.3.2.2 Zonas climáticas definidas en el CTE

El apartado 4.2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE, define las zonas climáticas como aquellas que son homogéneas a efectos de la exigencia, indicando sus límites en un mapa y una tabla de localidades.

Las zonas se han definido teniendo en cuenta la radiación solar global media diaria anual sobre una superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas, como se indica a continuación:

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 < H < 15,1$	$3,8 < H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 3.7.3.2.2.1 Radiación solar global media por zonas



Figura 3.7.3.2.2.1 Zonas climáticas de España

La finalidad de estas zonas es establecer el porcentaje exigido de aportación de la energía solar a la demanda energética total de A.C.S. La tabla 3.2 de la Sección HE4, del DB HE define la clasificación por intervalos de radiación por lo que puede existir una cierta contradicción con los valores unificados para cada provincia, alguna de las cuales queda dividida por las zonas climáticas. Como los valores de las tablas provinciales son algo inferiores a los del CTE, su empleo implicará la realización de una instalación con requisitos más exigentes, lo que es admisible.

3.7.3.2.3 Contribución solar mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, según se define en el apartado 2 de la Sección HE4, del DB HE del CTE.

El mismo apartado, establece que las contribuciones solares tienen carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, por lo que habrá que analizar en cada caso los reglamentos u ordenanzas locales de aplicación.

Las contribuciones solares mínimas para la demanda de agua caliente sanitaria A.C.S. a una temperatura de referencia de 60 °C se recogen en las tablas 3.7.3.2.3.1 y 3.7.3.2.3.2, según la zona climática en la que se sitúe, el apartado 2.1 de la sección HE4 dice que tienen carácter de mínimos pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes, considerándose los siguientes casos:

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 3.7.3.2.3.1 Contribución solar mínima en % para el caso general

En el caso del edificio objeto de estudio, la situación geográfica pertenece al grupo I, con lo cual la contribución solar mínima exigida será del 30%

3.7.3.2.4 Cálculo de la demanda energética

Según se establece en el apartado 3.1.1, Cálculo de la demanda, de la Sección HE4, del DB HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C, de la tabla 3.1, que se reproduce a continuación. Estos valores deben ser mensuales, de acuerdo con el apartado 2.1, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 3.7.3.2.1 Litros de A.C.S. / día (a 60°C)

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de $T_i = 12\text{ °C}$ (constante) y $T = 45\text{ °C}$.

En el segundo párrafo del mismo apartado se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C. No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum D_i(T) \quad (3.7.3.2.1)$$

$$D_i(T) = D_i(60^\circ\text{C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i} \quad (3.7.3.2.2)$$

Donde:

- $D(T)$ = demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.
- $D_i(T)$ = demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.
- $D_i(60^\circ\text{C})$ = demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.
- T = temperatura del acumulador final.
- T_i = temperatura media del agua fría en el mes (i) .

En el uso residencial vivienda el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación, según lo expuesto en el punto 4 del mismo apartado de la sección HE 4:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 3.7.3.2.3 ocupación en uso residencial privado

En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria a 60°C calculada, los cuales son los siguientes:

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Tabla 3.7.3.2.4 ocupación en uso residencial privado

El número de personas en el local comercial, se ha estimado mediante el documento de Seguridad en caso de Incendio. El valor de la ocupación de un edificio se puede calcular en la sección SI3 Evacuación de ocupantes, apartado 2 Cálculo de la ocupación, en función del uso previsto y superficie correspondiente a dicho uso. Aunque esta sección, incluye también cómo se calcula la ocupación para uso residencial Vivienda, recordad que en este caso, el número de personas se calcularía con la tabla 4.2 del DB HE4, tal y como he comentado en párrafos anteriores.

Nuestra instalación tiene 2 sectores diferenciados de demanda ACS como son: el local comercial y las viviendas. Nos queda, por lo tanto, una demanda total de ACS total que es la suma de aplicar los valores expresados en las tablas anteriores a cada local correspondiente y que se resume de la siguiente forma:

- VIVIENDAS: $65 \text{ personas} \times 28 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 1820 \text{ litros de ACS/día}$

Aplicamos el factor de centralización correspondiente de 0.95 y nos queda una demanda de ACS en viviendas de $1820 \times 0.95 = 1729 \text{ l ACS/día}$ para viviendas.
- LOCAL: $7 \text{ personas} \times 2 \frac{\text{litros ACS}}{\text{día}} = 14 \text{ litros de ACS/día}$

Consideramos el aseo de uso privado en el local comercial.

Sumando todos los datos de consumo de ACS, nos queda una demanda total de ACS de **1743 litros/ día**.

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales.

La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14,5 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DE_{mes} = Q_{día} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^3 \quad (3.7.3.2.3)$$

Donde:

- DE_{mes} = demanda energética, en kWh/mes.
- Q_{día} = consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia TACS, en l/día.
- N nº de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.
- TACS temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.
- TAF temperatura del agua fría de la red, en °C.

$$(1 \text{ kcal} = 1.000 \times 4,186 \text{ J h} / 3.600 \text{ s} = 1,16 \times 10^3 \text{ kW h})$$

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma

competente.

- SE CALCULA LA DE LA INSTALACIÓN OBJETO PARA EL MES DE ENERO:

$$DE_{mes} = 1743 \times 31 \times (60 - 9,9) \times 1,16 \times 10^3 \times 10^{-6} = 3140,18 \text{ kWh/mes}$$

$$= 2707,05 \text{ Mcal/mes}$$

De la misma forma procedemos en los otros meses, el consumo es constante así como la temperatura que deseamos obtener y el calor específico del agua. Lo único que nos variará es la temperatura del agua de la red y los días del mes.

Mes	Días	Taf	DE (MJ/mes)	DE (kWh/mes)	DE (Mcal/mes)
Enero	31	9,9	13144,80	3140,18	2707,05
Febrero	28	9,9	11872,72	2836,29	2445,08
Marzo	31	10,9	12882,43	3077,50	2653,02
Abril	30	11,9	12212,96	2917,57	2515,15
Mayo	31	12,9	12357,69	2952,15	2544,95
Junio	30	13,9	11705,14	2796,26	2410,57
Julio	31	15,9	11570,57	2764,11	2382,86
Agosto	31	15,9	11570,57	2764,11	2382,86
Septiembre	30	14,9	11451,24	2735,60	2358,28
Octubre	31	13,9	12095,32	2889,47	2490,92
Noviembre	30	11,9	12212,96	2917,57	2515,15
Diciembre	31	10,9	12882,43	3077,50	2653,02

Tabla 3.7.3.2.5 Demanda energética mensual

Los datos de la temperatura media del agua en la red según la zona, han sido sacados de la tabla suministrada por el *CHEQ 4.2*, programa utilizado para el cálculo de la instalación solar térmica.

El porcentaje de ocupación que se expone a continuación, se ha hecho previendo que las viviendas y local comercial están ocupados todo el año, mientras que los vestuarios tienen

su funcionamiento máximo en los meses de verano

Ener o	Febrer o	Marz o	Abri l	May o	Junio	Julio	Agost o	Sep t	Oct	Nov	Dic
90%	90%	90%	90 %	95%	100 %	100 %	100%	95%	90 %	90 %	90 %

Tabla 3.7.3.2.4 porcentaje de ocupación mensual

Aplicando estos porcentajes tenemos la siguiente demanda mensual:

Mes	Días	%	Taf	DE (MJ/mes)	DE (kWh/mes)	DE (Mcal/mes)
Enero	31	90	9,9	11830,32	2826,16	2436,35
Febrero	28	90	9,9	10685,45	2552,66	2200,57
Marzo	31	90	10,9	11594,19	2769,75	2387,72
Abril	30	90	11,9	10991,66	2625,82	2263,63
Mayo	31	95	12,9	11739,80	2804,54	2417,71
Junio	30	100	13,9	11705,14	2796,26	2410,57
Julio	31	100	15,9	11570,57	2764,11	2382,86
Agosto	31	100	15,9	11570,57	2764,11	2382,86
Septiembre	30	95	14,9	10878,67	2598,82	2240,37
Octubre	31	90	13,9	10885,78	2600,52	2241,83
Noviembre	30	90	11,9	10991,66	2625,82	2263,63
Diciembre	31	90	10,9	11594,19	2769,75	2387,72

Tabla 3.7.3.2.5 Demanda mensual corregida con el factor de ocupación

3.7.4 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Se ha empleado el programa informático CHEQ4.2 homologado, para el dimensionado de los captadores necesarios en correcto cumplimiento con lo exigido en el CTE sección HE 4 a partir de la introducción de los parámetros anteriormente calculados y los datos de la instalación que se desea realizar.

A partir de los resultados obtenidos en este programa, se ha diseñado la instalación como se describe en apartados posteriores.

3.7.4.1 CHEQ4

CHEQ4 es una herramienta informática desarrollada para IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica) por parte de Aiguasol. Permite validar el cumplimiento de la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria exigida en la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación siempre que las características de la instalación se encuentren incluidas en su rango de aplicación.

Aiguasol ha desarrollado esta nueva aplicación para el IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía) y ASIT (Asociación Solar de la Industria Térmica), ofreciendo la posibilidad de verificar y comprobar de una forma rápida, el correcto dimensionamiento de las instalaciones. Esta herramienta, utiliza como motor la nueva metodología de cálculo Metasol.

3.7.4.2 Método de cálculo Metasol

CHEQ4 utiliza como motor de cálculo la metodología Metasol que combina la simulación dinámica de programas como TRANSOL y métodos estáticos como f-Chart, teniendo en cuenta en todo momento las características del mercado español y la normativa aplicable.

El procedimiento de cálculo ha seguido una aproximación similar a la del método f-Chart, partiendo de modelos detallados, obtenidos del programa Transol, se realizan más de 69.000 simulaciones, en base mensual más de 800.000 datos, que conforman la información utilizada para generar las correlaciones.

Metasol define 12 variables de entrada que caracterizan las condiciones de operación y propiedades del sistema, y tres factores de efectos aleatorios, que caracterizan la localización (radiación, temperatura agua de red y temperatura ambiente), sin embargo no todas ellas tienen sentido en todos los esquemas, por lo que cada función está caracterizada por entre 6 y 10 variables y 2 o 3 factores climáticos.

La forma de las funciones son bastante similares a las del método f-Chart, y la metodología de cálculo igual de sencilla, dada la localización, un consumo, una configuración y las características de los componentes que forman el sistema, el proceso de cálculo consta de dos pasos:

1. Determinación de las variables de entrada F_i (climáticas) y A_i (propias del sistema)
2. Sustitución de F_i y A_i en las funciones de resultados de la configuración escogida.

3.7.4.3 Ventajas de CHEQ4 frente a f-chart

- **CONFIGURACIÓN DESEADA:** Una de las principales ventajas del método CHEQ4 frente al f-Chart es la posibilidad de poder variar la instalación según el tipo de aplicación, pudiendo ajustar lo máximo posible los resultados finales. En f-Chart sin embargo no hay posibilidad de variar la configuración siendo única para todas las aplicaciones.
- **PÉRDIDAS:** En cuanto a las pérdidas, el método f-Chart desprecia las producidas en el circuito de distribución, mientras que el método CHEQ4 si tiene en cuenta dichas pérdidas. Éste será otros de los motivos por los que ambos métodos proporcionan distintos valores.
- **COEFICIENTE DE PÉRDIDAS DEL CAPTADOR:** Otro aspecto que defienden los creadores del método CHEQ4 es que el método f-Chart no incorpora el coeficiente de pérdidas de segundo orden del captador.

Todas estas diferencias entre los métodos f-Chart y CHEQ4 proporcionarán resultados desiguales. Con este trabajo intentaremos cuantificar la desviación de los resultados obtenidos entre ambos métodos, así como la variación de los resultados al modificar la configuración en el método CHEQ4, para los mismos datos de entrada.

3.7.4.4 Uso del CHEQ4

3.7.4.4.1 Localización

En esta pestaña introducimos los datos de la localización de la instalación (Ferrol, A Coruña) y su altura absoluta sobre el nivel del mar que en nuestro caso son 18m.


El programa devolverá instantáneamente la irradiación global media mensual sobre la

horizontal (según UNE 94003), la temperatura media mensual del agua de red (según UNE 94002) y la temperatura ambiente media mensual (según UNE 94003), así como la zona climática a la que pertenece (según HE4) y su latitud.

Los datos obtenidos son los siguientes:

Provincia	Municipio	Zona climática	Latitud
A Coruña	Ferrol	Zona II	43° 29'

Mapa provincia



Altura municipio seleccionado (m)

18

Altura de la instalación (m)

18

	Rad(MJ/m2)	T.Red (°C)	T.Amb (°C)
Enero	5,8	9,9	10,1
Febrero	8,4	9,9	10,4
Marzo	13,0	10,9	11,2
Abril	16,6	11,9	12,0
Mayo	20,3	12,9	14,0
Junio	22,9	13,9	16,3
Julio	22,7	15,9	18,3
Agosto	20,6	15,9	18,8
Septiembre	15,8	14,9	18,0
Octubre	9,8	13,9	15,6
Noviembre	6,3	11,9	12,6
Diciembre	4,8	10,9	10,8
Promedio	13,9	12,7	14,0

Tabla 3.7.4.4.1.1 Localización

3.7.4.4.2 Configuración

La configuración introducida, es la que ocupa nuestro objeto de trabajo, la cual se trata de una instalación centralizada multifamiliar para un edificio. Consiste en un sistema solar térmico para la producción de agua caliente sanitaria (ACS) en instalaciones de consumo múltiple con

acumulación solar centralizada, intercambiador de calor externo, acumulación de apoyo centralizada y conexión directa del circuito de distribución.

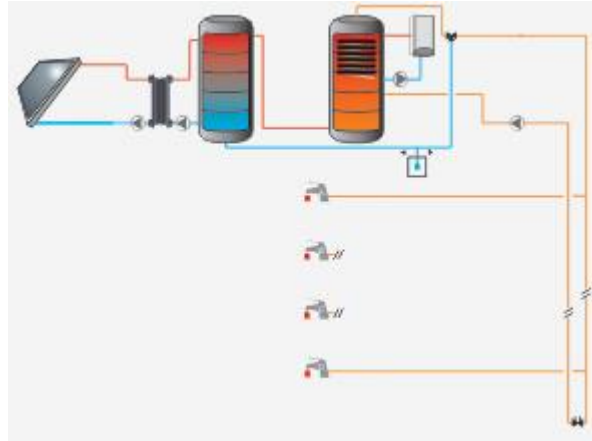


Figura 3.7.4.4.2.1 Instalación con todo centralizado

3.7.4.4.3 Demanda

En este apartado introduciremos los datos previamente hallados en el punto 3.7.3 de previsión de consumo en litros/día y el porcentaje de ocupación estacional, mientras que la propia herramienta ya nos determina la fracción solar mínima exigida por el CTE sección HE 4.

CONSUMO MÚLTIPLE				
	Viviendas	Dormitorios	Personas	Litros/día
Tipo A	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="2"/>	30,0	756
Tipo B	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="3"/>	20,0	504
Tipo C	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="4"/>	15,0	378
Tipo D	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	0,0	0
Demanda calculada (l/día a 60 °C)		1.638		

CONSUMO TOTAL		OCUPACIÓN ESTACIONAL (%)					
Otras demandas (l/día a 60°C)	<input type="text" value="105"/>	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
		100	100	100	100	100	100
Demanda total (l/día a 60°C)	1.743	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
		100	100	100	100	100	100

CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA EXIGIDA	
<input type="checkbox"/>	Caso general FS 30%
<input type="checkbox"/>	Caso piscina FS 30%

Tabla 3.7.4.4.3.1 Demandas de consumo

3.7.4.4.4 Captadores solares y apoyo auxiliar

En esta pestaña introduciremos los parámetros y valores correspondientes al campo de captadores, circuitos primario y secundario; y el sistema de apoyo elegido para nuestra instalación.

Para la introducción de estos datos, es necesario el conocimiento de las causas y factores que pueden originar pérdidas en la instalación, los cuales se describen a continuación:

- DISPOSICIÓN DE LOS CAPTADORES:

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al Sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.1, Contribución solar mínima, de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, el párrafo 8 dice que la orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites de la tabla siguiente:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.7.4.4.1 Pérdidas límite según la colocación de los captadores

Dicho documento también nos indica que se han de cumplir tres condiciones: Pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombras y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores obtenidos con orientación e inclinación óptimas, y sin sombra alguna.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador vienen indicadas en el párrafo siguiente, que dice que se considerará como la orientación óptima el sur y la inclinación óptima, dependiendo del periodo de utilización, uno de los valores siguientes:

- Demanda constante anual: Latitud geográfica.
- Demanda preferente en invierno: Latitud geográfica + 10°.
- Demanda preferente en verano: Latitud geográfica - 10°.

▪ **PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN:**

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador, ya vistas en el apartado anterior, se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

La orientación Sur se refiere a la geográfica, no coincidente exactamente con la magnética, y es la correspondiente a un ángulo de azimut de 0°. Las pérdidas por orientación e inclinación de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo a lo estipulado en el apartado 3.5 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Este método de cálculo recoge el del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, y constituye un método gráfico que combina ambas pérdidas estableciendo también los límites admisibles de colocación de los captadores, referido a una latitud de 41°, por lo que se indican igualmente las correcciones que han de hacerse para otras latitudes diferentes.

- **PÉRDIDAS POR SOMBRAS:**

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en la Sección HE4, del DB HE del CTE. El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, a diferencia del CTE, distingue entre los obstáculos singulares, como pueden ser otras edificaciones, y la situación habitual de sombras arrojadas por los propios paneles, que se repiten sistemáticamente en todas las instalaciones, y para las cuales proporciona un método más sencillo.

Aunque la evaluación de todas las pérdidas por sombras, sin excepciones, debe realizarse por el método anterior como prescribe el apartado 2.1 de la Sección HE4, se expone a continuación el del IDAE, porque es útil al menos como orientación para situar las filas de captadores, siendo el normativo bastante más trabajoso y poco idóneo para las decisiones iniciales de un trabajo. Según esto, en el apartado Distancia mínima entre filas de captadores, se dice que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.7.4.4.1)$$

Donde $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k , algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.7.4.4.2 Valor del coeficiente k.

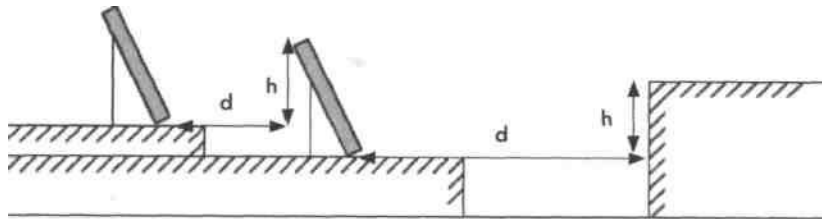
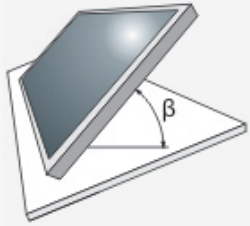


Figura 3.7.4.4.1 Ejemplo de separación en la colocación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo.


Una vez introducidos los datos variaremos la selección de captadores en función a lo que mejor se adapte a nuestra demanda.

CAPTADORES		Datos de ensayo		
Empresa PROMASOL	Marca/Modelo PROMASUN 2.6 BLUE	Área (m2) 2,37 n0 (-) 0,76 a1 (W/m2K) 3,67 a2 (W/m2K2) 0,015 Qtest(I/hm2) 72 k50 0,85 Laboratorio Demokritos Certificación NPS-19316		

CAMPO DE CAPTADORES

Núm. captadores	24	Captadores en serie	4	Pérdidas sombras (%)	0
Orientación (°)	10	Inclinación (°)	24	Área total captadores (m2)	56,88

CIRCUITO PRIMARIO / SECUNDARIO

Caudal prim.(l/h)	1.024	Anticongelante (%)	5	Long. circuito (m)	60	
Diám. tubería (mm)	16	Esp. aislante (mm)	35	Aislante	poliestireno	

SISTEMA DE APOYO


Tipo de sistema	Caldera de biomasa	
Tipo de combustible	Biomasa	

Tabla 3.7.4.4.1 Características captadores

3.7.4.4.5 Otros datos**Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios**

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60

Tabla 1.2.4.2.1: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el interior de edificios

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Introduciremos aquí las características de los circuitos de distribución, como son los diámetros, espesores de aislantes, tipo de aislante y longitudes del R.I.T.E. 2013.

Estos parámetros se corresponderán con lo descrito en apartados anteriores y posteriores.

VOLUMEN DE ACUMULACIÓN		VOLUMEN ACUMULACIÓN SUBESTACIONES	
Volumen total (l)	<input type="text" value="5000"/>	Tipo A (l)	<input type="text"/>
		Tipo B (l)	<input type="text"/>
		Tipo C (l)	<input type="text"/>
		Tipo D (l)	<input type="text"/>
Vol/Área (l/m ²)	87,90	Volumen total (l)	0
		Vol/Área (l/m ²)	
DISTRIBUCIÓN		DISTRIBUCIÓN SUBESTACIONES	
Long. circuito (m)	<input type="text" value="60"/>	Long. total (m)	<input type="text" value="20"/>
Diám.tubería (mm)	<input type="text" value="40"/>	Diám. tubería (mm)	<input type="text" value="32"/>
Esp. aislante (mm)	<input type="text" value="30"/>	Esp. aislante (mm)	<input type="text" value="25"/>
T. imp.(°C)	<input type="text" value="50"/>		
Aislante	<input type="text" value="poliestireno"/>	Aislante	<input type="text" value="poliestireno"/>

Tabla 3.7.4.4.5 Datos de distribución

3.7.4.4.6 Resultados

Una vez introducidos todos los datos, el programa nos ofrecerá una serie de resultados, siempre y cuando el sistema escogido y calculado, se sitúe dentro de los varemos exigidos por el CTE sección HE 4.

Los datos que obtenemos son los siguientes:

- Fracción solar: Fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada y la demanda energética anual.
- Demanda neta: Demanda energética anual sin tener en cuenta las pérdidas en acumulación y en distribución.
- Demanda bruta: Demanda energética teniendo en cuenta las pérdidas en acumulación y en distribución.
- Aportación solar al sistema.
- Consumo de energía primaria auxiliar.
- Reducción de las emisiones de CO₂ asociada a la utilización del sistema.

Tabla de resultados

Fracción Solar (%)	Demanda neta (kWh)	Demanda bruta (kWh)	Aporte solar (kWh)	Cons. auxiliar (kWh)	Reducción CO2 (kg)
58	34.902	41.957	24.204	25.067	0

Gráfica de resultados

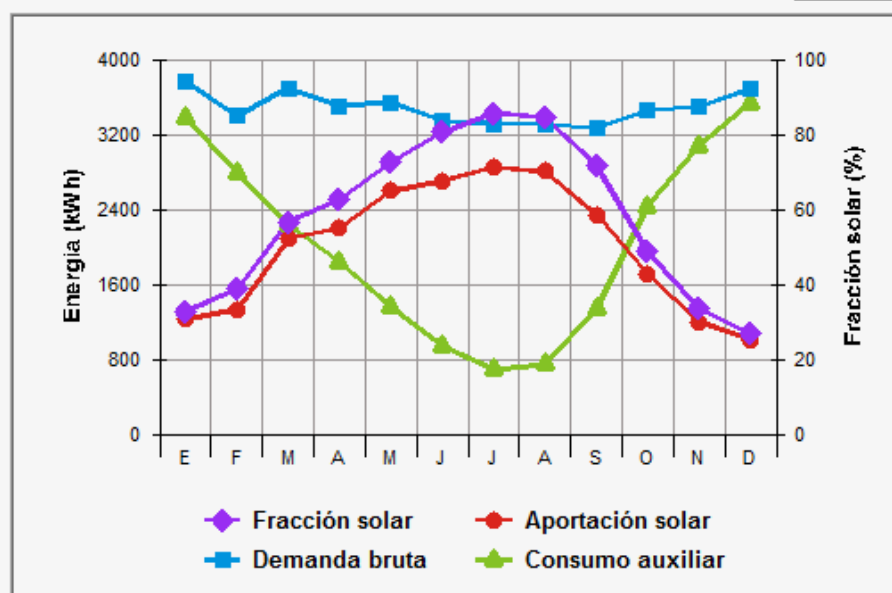

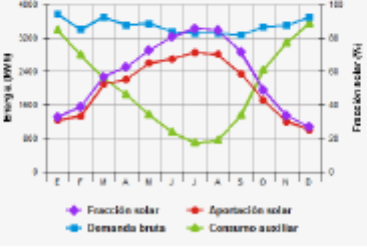


Tabla 3.7.4.4.6.1 Resultados

3.7.4.5 Informe y Certificado

Datos del proyecto												
Nombre del proyecto												
Comunidad												
Localidad												
Dirección												
Datos del autor												
Nombre												
Empresa o institución												
Email												
Teléfono												
Características del sistema solar												
												
Localización de referencia	Ferrol (A Coruña)											
Altura respecto la referencia [m]	0											
Sistema seleccionado	Instalación con consumo múltiple totalmente centralizada											
Demanda [l/día a 60°C]	1.743											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resultados												
												
Fracción solar [%]	58											
Demanda neta [kWh]	34.902											
Demanda bruta [kWh]	41.957											
Aporte solar [kWh]	24.204											
Consumo auxiliar [kWh]	25.067											
Reducción de emisiones de [kg de CO2]	0											

Cálculo del sistema de referencia

De acuerdo al apartado 2.2.1 de la sección HE4, la contribución solar mínima podrá sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, procesos de cogeneración o fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio.

Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia (se considerará como sistema de referencia para ACS, y como sistema de referencia para calefacción, una caldera de gas con rendimiento medio estacional de 92%).

Demanda ACS total [kWh]	34.902
Demanda ACS de referencia [kWh]	10.698
Demanda calefacción CALENER [kWh]	0
Consumo energía primaria [kWh]	12.442
Emisiones de CO2 [kg CO2]	2.510

Parámetros del sistema		Verificación en obra
Campo de captadores		
Captador seleccionado	PROMASUN 2.6 BLUE (PROMASOL)	<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-19316	<input type="checkbox"/>
Número de captadores	24,0	<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	4,0	<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	0,0	<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	10,0	<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	24,0	<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario		
Caudal circuito primario [l/h]	1.024,0	<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante [%]	5,0	<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	60,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	16,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	35,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	poliestireno	<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo		
Tipo de sistema	Caldera de biomasa	<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Biomasa	<input type="checkbox"/>
Acumulación		
Volumen [l]	5.000,0	<input type="checkbox"/>
Distribución		
Longitud del circuito de distribución [m]	60,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	40,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	poliestireno	<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	50,0	<input type="checkbox"/>
Distribución subestaciones		
Longitud del circuito de distribución [m]	20,0	<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	32,0	<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	25,0	<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	poliestireno	<input type="checkbox"/>

3.7.5 CÁLCULO DE LOS COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.7.5.1 Sistema de acumulación solar

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180 \quad (3.7.5.1.1)$$

Donde:

- A= Suma de las áreas de los captadores, en m²
- V= Volúmen del depósito de acumulación solar, en litros.

Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m² de captador, adoptándose habitualmente 75 l/m². Hay que tener en cuenta que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto, se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

La acumulación solar centralizada es la considerada como más conveniente porque ofrece un mayor rendimiento, a la vez que el mantenimiento y gestión de la instalación será más cómodo.

La instalación proyectada, se trata de una instalación centralizada, con lo cual, comprobamos que la selección que hemos hecho, se encuentra dentro de los valores exigidos:

$V = 5000$ litros

$A = 2,37 \times 28 = 56,88 \text{ m}^2$

Por lo que se obtiene que: **$50 < 87,90 < 180$**

La mejor disposición del acumulador es vertical, y a que de esta formase favorece la estratificación, que no es más que una división del depósito en niveles diferenciados de temperatura, consiguiendo así enviar el A.C.S. más caliente y el retorno a captadores lo más frío posible aumentando el rendimiento de

la instalación. Es conveniente mantener una relación entre la altura y el diámetro del depósito mayor a 2 y ubicarlo preferentemente en interiores. La entrada de agua fría se hará por la parte inferior y la salida por la superior, ya que el agua fría pesa más y se queda en la parte baja y el agua caliente sube. Es conveniente que la entrada de agua de primario al acumulador se realice a una altura del 50% al 75% de la altura total del depósito.

Para el correcto funcionamiento de la instalación se han de considerar los siguientes parámetros en cuanto a su configuración, los cuales vienen recogidos en el CTE:

- Se instalará un sistema automático de mezcla o cualquier otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60 °C para evitar quemaduras al usuario.
- En suministros colectivos de A.C.S., en el punto más alejado de consumo, hay que asegurar llegar a 50 °C para evitar la legionela. En algún punto de la instalación se debe asegurar 70 °C para desinfección de legionela y mantener el depósito de consumo de agua caliente a 60 °C (real Decreto 865/2003).

Nuestro depósito de inercia será de 5000 litros. Depósito de inercia Merkasol AICV0011.



Figura 3.7.4.4.1 Acumulador de la casa Merkasol AICV009

Dimensiones (mm)

Modelo	Volumen (l)	A	B	D	I	K	L	xx	zz	Peso (Kg)
AICV003	300	500	215	595	975	1355	1560	700	1635	90
AICV004	500	650	330	710	1090	1470	1700	850	1775	120
AICV005	750	790	335	715	1095	1475	1725	990	1800	170
AICV006	1000	790	280	805	1335	1860	2115	990	2190	190
AICV007	1500	1.000	390	750	1310	1770	2090	1200	2165	240
AICV008	2000	1.100	390	950	1510	2070	2405	1300	2480	330
AICV009	3000	1.250	390	1020	1650	2280	2645	1450	2720	400
AICV010	4000	1.500	470	1030	1590	2150	2575	1700	2645	460
AICV011	5000	1.600	465	1095	1725	2355	2795	1800	2870	555

Figura 3.7.4.4.2 Características del acumulador AICV0011

3.7.5.2 Sistema de intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones en baja temperatura de la IDAE, cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

Esta misma guía, establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15.

$$S_{\text{util intercambio}} \geq 0,15 \times S_c \quad (3.7.5.2.1)$$

Donde:

- $S_{\text{util intercambio}}$ = superficie útil del intercambiador interno, en m²
- S_c = superficie total de captadores instalados, en m².

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Esta guía también establece que la potencia mínima de diseño del intercambiador independiente, P, en watios, en función del área de captadores cumplirá con la siguiente condición:

$$P > 500 \times S_c \quad (3.7.5.2.2)$$

Donde:

P = potencia mínima del intercambiador, en W

S_c = superficie de captación, en m².

A la salida y entrada del intercambiador se colocarán llaves de corte, para facilitar su mantenimiento.

Estos intercambiadores pueden ir en el circuito secundario/terciario. Para dimensionar los

intercambiadores se recomienda ajustarse a los siguientes valores

	Temperatura entrada 1.ª	Temperatura salida 2.ª	Temperatura entrada 2.ª
Piscinas	50 °C	28 °C	24 °C
A.C.S.	60 °C	50 °C	45 °C
Calefacción a baja temperatura	60 °C	50 °C	45 °C

Tabla 3.7.5.2.1 Temperaturas de los intercambiadores

3.7.5.3 Circuito hidráulico

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

En la Sección HE4, del DB HE del CTE, se enumera, entre los sistemas que conforman la instalación solar térmica, un circuito hidráulico constituido por un conjunto de tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación. Se está refiriendo, evidentemente, al circuito primario aunque no se mencionan los restantes circuitos en este apartado.

En las condiciones generales de la instalación, reguladas en el apartado siguiente al anteriormente mencionado se dice que las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El DB HE, también nos dice que debe concebirse inicialmente un circuito hidráulico de por sí equilibrado, y si no fuera posible, el flujo debe ser controlado por válvulas de equilibrado.

Además del diseño de los distintos ramales, para que resulten de longitud sensiblemente igual, se recomienda el retorno invertido para la conexión entre captadores y entre filas. En cuanto al diseño de los tramos se establece que, con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general.

3.7.5.3.1 Circuito hidráulico primario

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de A.C.S. se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.
- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo, cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

Es necesario predefinir el recorrido de las tuberías y calcular la longitud.

Las tuberías del circuito primario deberán ser de cobre o acero inoxidable, con uniones roscadas, soldadas o embridadas y protección exterior con pintura anticorrosiva. Los tramos horizontales tendrán una pendiente mínima de 1% en el sentido de la circulación para facilitar el movimiento de las burbujas.

El dimensionado de las tuberías se realizará para una pérdida de carga reducida (se

recomienda entre 20 y 100 m.c.a. por metro lineal). La velocidad del fluido en las tuberías deberá ser superior a 0,5 m/s para facilitar el desplazamiento del aire en las tuberías e inferior a 1,5 m/s para evitar ruidos, erosión de tuberías y pérdidas de carga elevadas.

La longitud del circuito debe ser lo más corta posible para reducir pérdidas térmicas, en el circuito primario la relación entre metros de tubería por superficie de captador debería ser inferior a 5 m por m² de superficie de captación.

El CTE recomienda que el caudal por captador sea de 50 l/h por m²

Este caudal permite que cuando la radiación solar es elevada, el salto térmico en el captador sea de unos 10°C, en nuestro caso el caudal por captador es de 50 l/h, por lo que mejoramos el salto térmico y así reducimos el diámetro de tuberías.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

En el caso estudiado se realizará el conexionado de 4 captadores en serie y 5 filas de ellos en paralelo, teniendo un total de 20 captadores. El caudal dependerá del caudal nominal especificado por el fabricante.

El caudal del circuito primario se calcula a partir del caudal unitario por m² del captador, de su superficie y del número de ellos. La Sección HE4, del DB HE del CTE, establece que el caudal del fluido portador se determinará de acuerdo con las especificaciones del fabricante como consecuencia del diseño de su producto.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N \times S \quad (3.7.5.3.1.1)$$

Donde:

- Q= caudal total del circuito primario, en l/h.
- Q_{captador}= caudal unitario del captador, en l/(h·m²).
- A= superficie de un captador solar, en m².

- N= nº de captadores en paralelo, entendiendo que el caudal de una serie equivale a un único captador.
- S= nº de captadores en serie

3.7.5.3.2 Circuito hidráulico secundario

En los circuitos secundarios podrá utilizarse cobre, acero inoxidable y materiales plásticos que soporten la temperatura máxima del circuito.

Las tuberías de plásticos deberán ser de Clase 2 y de presión nominal mínima superior a la de servicio (se recomienda 8 bar).

Al igual que el primario debe concebirse equilibrado. El caudal del circuito secundario, y por tanto, su dimensionado dependerá del tipo de circuito diseñado.

El documento HS4, en la sección de ahorro de agua obliga a realizar recirculaciones de ACS en instalaciones donde la longitud de la tubería entre el acumulador de apoyo y el grifo más alejado sea superior a 15 metros. En todas las instalaciones centralizadas se deberá realizar recirculación de ACS, además dice que dicha recirculación se deberá realizar asegurando que la pérdida de temperatura entre impulsión y retorno sea inferior a 3°C en el cumplimiento de la normativa contra la legionela la temperatura de retorno del acumulador de apoyo será superior a 50°C.

3.7.5.4 Aislamiento de la instalación

El aislamiento de las tuberías se realizará según lo establecido en el RITE.

En el caso de una instalación solar se considerará una temperatura de trabajo comprendida entre 60°C y 100°C dependiendo de las condiciones de insolación.

Los aislamientos de las tuberías que circulen por el exterior deberán llevar una protección externa que asegure la durabilidad ante la radiación solar, acciones climatológicas, pájaros y roedores; ejemplos cubiertas de aluminio, cubierta de PVC, láminas o pinturas protectoras.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 3.7.5.4.1 Espesores de aislamientos según RITE

El aislamiento en los circuitos primario y secundario de la instalación se realizará en lana de roca de 30 mm de espesor, mientras que en los circuitos de distribución se procederá con aislante de polietileno con el mismo diámetro.

El aislante de las placas solares viene definido en su placa de características definido a continuación. Este será de lana de vidrio con un diámetro de 50 mm.

3.7.6 INSTALACIÓN OBJETO DEL TRABAJO

3.7.6.1 Colectores solares

Los colectores solares serán de la gama Promasol Blue 2.6 y tendrán las siguientes características:

	PROMASUN 1.5 BLUE	PROMASUN 2.0 BLUE	PROMASUN 2.6 BLUE	PROMASUN 2.0 BLUE	PROMASUN 2.6 BLUE
Largo(mm.)	1.530	2.030	2.030	1.030	1.030
Ancho(mm.)	1.030	1.030	1.280	2.030	2.280
Fondo(mm.)	80	80	80	80	80
Área total(m2)	1,58	2,09	2,6	2,09	2,6
Área apertura(m2)	1,4	1,88	2,37	1,88	2,37
Peso en vacío(Kg.)	28	36,5	45	36	44,5
Capacidad (Litros)	1,12	1,28	1,64	1,28	1,64
Material caja	Aluminio Anodizado				
Cubierta					
Aislamiento fondo					
Aislamiento lateral	Lana de vidrio 50 mm. prensado Lana de vidrio 20mm.				
Captador solar	Ultra Selectivo Titanio				
Recubrimiento					
Material					
Tubería	Lámina continua de Aluminio soldada con laser				
Conexiones	Cobre 8mm. conectado a tubería de 22mm. compresión de 22mm.				
Caudal recomendado	45 a 70 l/m2h. 10 bar				
Presión max. de trabajo					
Curva de Rendimiento					
η_0	0,76	0,73	0,76	0,73	0,76
k_1	3,67	3,75	3,67	3,75	3,67
k_2	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015

Tabla 3.7.6.1.1 Datos técnicos de los colectores

3.7.6.2 Tuberías

El material utilizado para las tuberías será el cobre tanto en el circuito primario como en el secundario. Para calcular el diámetro de las tuberías se ha utilizado la siguiente expresión:

$$D = J \times C^{0,35} \quad (3.9.3.2.1)$$

Donde:

- D = Diámetro en cm
- C = Caudal en m3/h
- J = 2,2 para tuberías.

Para calcular el diámetro se ha de obtener previamente el caudal al que trabajara la instalación. Como todos los colectores solares son iguales, por los colectores que están en serie circulará el mismo caudal, de modo que, aplicando el caudal recomendado por el

fabricante, de 45 a 70 l/h m², como se disponen 4 colectores en serie de 2,6 m², agrupados en 7 ramas en paralelo, entonces el caudal máximo será:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 = 182 \text{ l/h} = 0,182 \text{ m}^3/\text{h}$$

A continuación, ya obtenidos los datos se procede a resolver la ecuación antes planteada:

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,182^{0,35} = 1,21 \text{ cm} = 12,11 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de cobre de Ø 22 mm. En los tramos de 4 paneles en serie.

Para los tramos que conectan los ramales en paralelo nos quedan unas tuberías de:

Tramo 1

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 1 = 182 \text{ l/h} = 0,182 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,182^{0,35} = 1,21 \text{ cm} = 12,11 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 22 mm.

Tramo 2

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 2 = 364 \text{ l/h} = 0,364 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,364^{0,35} = 1,54 \text{ cm} = 15,45 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 22 mm.

Tramo 3

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 3 = 546 \text{ l/h} = 0,546 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,546^{0,35} = 1,78 \text{ cm} = 17,80 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 22 mm.

Tramo 4

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 4 = 728 \text{ l/h} = 0,728 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,728^{0,35} = 1,97 \text{ cm} = 19,69 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 22 mm.

Tramo 5

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 5 = 910 \text{ l/h} = 0,910 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 0,910^{0,35} = 2,13 \text{ cm} = 21,28 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 28 mm.

Tramo 6

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 6 = 1092 \text{ l/h} = 1,092 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 1,092^{0,35} = 2,27 \text{ cm} = 22,69 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 28 mm.

Tramo 7

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N = 70 \times 2,6 \times 7 = 1274 \text{ l/h} = 1,274 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$D = J \times C^{0,35} = 2,2 \times 1,274^{0,35} = 2,39 \text{ cm} = 23,94 \text{ mm.}$$

Por lo que se han elegido tuberías normalizadas de Ø 28 mm.

El sistema de tuberías y sus materiales deben ser tales que no exista posibilidad de formación de obturaciones o depósitos de cal para las condiciones de trabajo.

Las tuberías deben estar convenientemente aisladas. El RITE establece el grosor mínimo del aislamiento de las tuberías en función de la temperatura máxima de fluido que circula por su

interior y el diámetro de la canalización tal y como se ha descrito en apartados anteriores.

Atendiendo a los criterios de la tabla 3.7.5.4.1 se utilizará en todos los conductos del circuito primario envolventes aislantes de 30 mm de espesor en lana mineral, además, las tuberías que circulen por el exterior, llevarán una cubierta de PVC con pintura protectora, para protegerlo de agentes climatológicos y externos.

3.7.6.3 Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación, o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura mano-métrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q , cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La selección más adecuada de una estación solar o grupo de bombeo en una instalación solar, requiere valorar la pérdida de carga generada en la instalación y el caudal de circulación que deberá mover la bomba.

La pérdida de carga a considerar en un circuito de primario es:

- Pérdida de carga en la tubería.
- Pérdida de carga en el campo de colectores.
- Pérdida de carga en los sistemas de transferencia (intercambiadores, serpentines).
- Pérdidas de carga adicionales generadas en la válvulas o accesorios del circuito.

La bomba debe ser capaz de hacer circular el fluido en estado frío. Las bombas se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal, para evitar que se acumule agua en el rodete.

En instalaciones de más de 50 m², se montarán dos bombas idénticas en paralelo dejando una en reserva. El funcionamiento automático o manual, deberá ser alterno con el fin de que el desgaste sea proporcional.

En instalaciones pequeñas (menos de 20 m²) la potencia eléctrica de la bomba será de 50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores. En instalaciones grandes, la potencia eléctrica máxima de la bomba será del 1%.

$$H = Pdc_{\text{tuberías}} + Pdc_{\text{intercambiador}} + Pdc_{\text{captadores}} + Pdc_{\text{adicionales}} \quad (3.7.6.3.1)$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor $Pdc_{\text{intercambiador}}$, y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H, se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño.

Se **selecciona dos bombas** para nuestra instalación en función de los datos calculados es la “Grupo de presión MQ GRUNDFOS”.

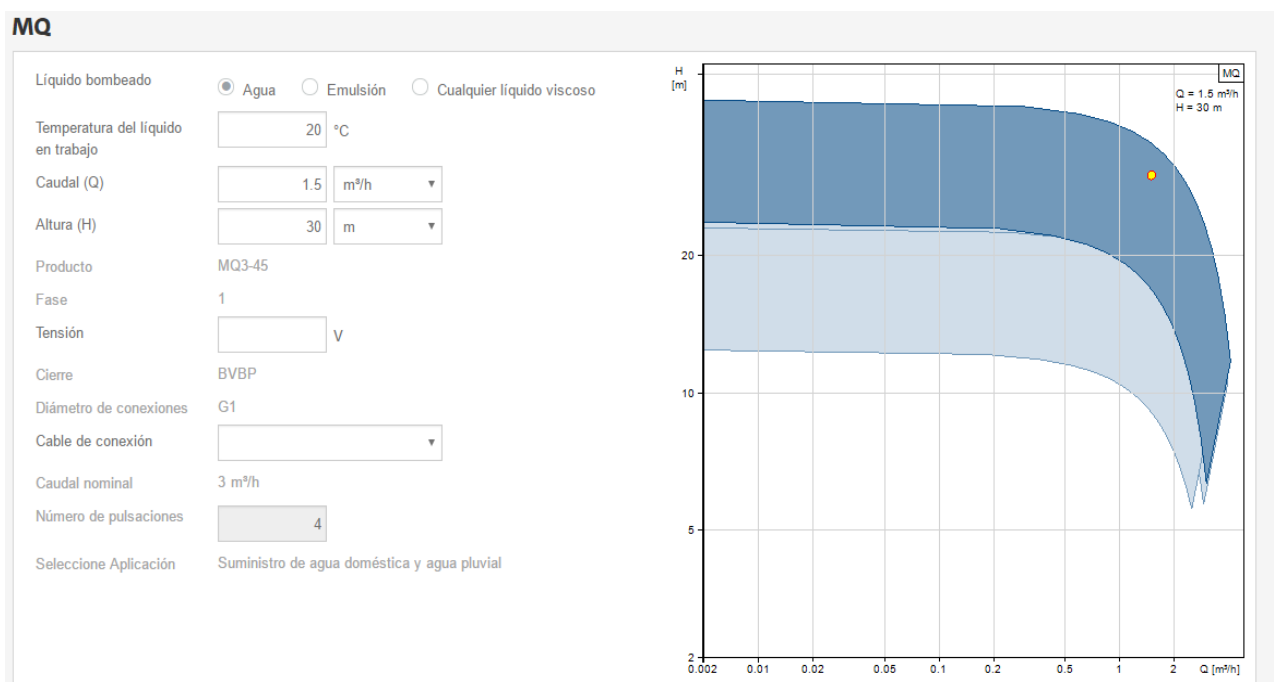


Tabla 3.7.6.3.1 Datos técnicos de la bomba

3.7.6.4 Vaso de expansión

El vaso de expansión cumple tres importantes funciones:

- Prever el suministro de fluido que es necesario equilibrar la disminución de volumen causada por la temperatura muy baja y desgasificación durante la operación.

- Absorber la expansión de la transferencia de calor causada por el aumento.
- Absorber el volumen causado por la expansión generada en la fase de estancamiento por la generación de vapor.

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, caso habitual, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión.

Respecto a su dimensionado, la Sección HE4, del DB HE del CTE establece que, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de captadores más un 10%

Para calculara el volumen de un vaso de expansión cerrado se emplea la siguiente fórmula:

$$V_{\text{vaso}} = V \times C_e \times P_f / P_f - P_i \quad (3.7.6.4.1)$$

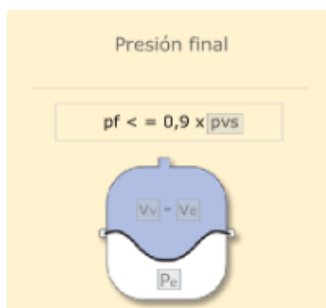
Donde:

- V_{vaso} = volumen del vaso de expansión, litros.
- V = volumen de fluido caloportador en el circuito primario, litros.
- C_e = coeficiente de dilatación, adimensional.
- P_f = presión absoluta final del vaso de expansión, kg/cm².
- P_i = presión absoluta inicial del vaso de expansión, kg/cm².

Como valor de P_f suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad, P_{vs} , que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado

de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bar, mientras que la de 6 bar suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm², que es la presión atmosférica, y aplicar un valor reductor de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:



$$P_f = 0,90 P_{vs} + 1 \quad (3.7.6.4.2)$$

La presión inicial, P_i , de llenado del circuito será como mínimo de 0,5 kg/cm² al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica ($P = 1,5$ kg/cm² de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática P . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de 1 kg/cm² de presión relativa (es decir, 2 kg/cm² de presión absoluta). En este caso, el valor de P sería de 2,5 kg/cm² de presión absoluta. Es decir:



$$P_i = P_{est} + 0,5 + 1 \quad (3.7.6.4.3)$$

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm^2 , en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza: $1 \text{ kp} = 1 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 9,81 \text{ N}$


Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de $1 \text{ kp /cm}^2 = 9,81 \text{ N/ cm}^2 \times 10.000 \text{ cm}^2 / \text{m}^2 = 98.100 \text{ N/m}^2$ (Pascuales) $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 0,968 \text{ kp/cm}^2$. Es decir, cuando se habla de un kg/cm^2 , que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación, n , de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4°C hasta 100°C , el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Referente al vaso de expansión en el apartado 2.2.2 del HE 4 del CTE se dice que en cualquier caso si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de colectores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de los captadores más un 10%.

En base a los cálculos citados anteriormente, resulta suficiente el uso de vasos de expansión con la menor capacidad disponible en el mercado. Por tal motivo se utilizarán vasos de expansión de 5 L para la instalación.

El depósito de expansión elegido a instalar en la sala de calderas será de 6 litros de capacidad marca DIRENOVA modelo ERE 6, obtenido del catálogo de proveedores de la empresa.



VASOS E INTERCAMBIADORES - VIDROS E INTERCAMBIADORES

VASOS DE EXPANSIÓN - Vidros da expansão



Vasos de expansión para calefacción

Vasos de expansión con membrana fija para instalaciones de circuitos cerrados de calefacción. Se suministra precargado.

Nota: de 750 lts a 5000 lts material bajo pedido.

Con la marca CE de acuerdo con al directiva, PED 97/23/CE

- Membrana: SBR no apto agua potable
- Temperatura sistema : -10°C a +100°C
- Color: rojo
- Precarga:
 - 6 lt a 400 lts 1,5 bar
 - 500 lts a 5000 lts 2,5 bar

Referencia	Código	Descripción				Cantidad	PVP/€
ERE 6	06820006C	6 lts	Pmax 4 bar	3/4" G	SBR	1	28,10
ERE 8	06820008WC	8 lts	Pmax 4 bar	3/4" G	SBR	1	29,20
ERE 12	06820012WC	12 lts	Pmax 4 bar	3/4" G	SBR	1	35,70
ERE CE 18	06820018WC	18 lts	Pmax 3,5 bar	3/4" G	SBR	1	40,00
ERE CE 24	06820024WC	24 lts	Pmax 3,5 bar	3/4" G	SBR	1	51,15
ERE CE 35	06820035C	35 lts	Pmax 5 bar	3/4" G	SBR	1	73,10

Tabla 3.7.6.4.1 tabla de la casa Direnova sobre los diferentes modelos de vasos de expansión

3.7.6.5 Purgas de aire

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm³. Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desairedor con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.7.6.6 Válvula de seguridad

La función de las válvulas de seguridad en los circuitos de solar es drenar la transferencia de calor del fluido en el sistema si la presión máxima excede la presión del sistema. Esta presión es definida por las pequeñas presiones de los distintos componentes.

El RITE establece la obligación de instalar una válvula de alivio en cada circuito además de las válvulas de seguridad que deberán instalarse en elementos como calderas, acumuladores y captadores solares.

La válvula de seguridad debe ser dimensionada siguiendo la EN 12976 y 12977, eso significa que debe estar relacionado con el número de colectores o grupo de colectores y esta debe ser capaz de drenar a su máxima potencia (eficiencia óptica $\eta_0 \times 1000 \text{ w/m}^2$).

Únicamente serán válidas aquellas válvulas de seguridad que están diseñadas para soportar presiones máximas de 6 bar y temperaturas de 120 °C, normalmente estas deben de llevar la letra “S” como código que indica que son para solar. Inc

luso las válvulas de seguridad no pueden ser montadas directamente al colector, deben estar montadas en la dirección del fluido, en el retorno del sistema solar después de la válvula antiretorno. Se debe asegurar que no hay temperaturas mayores de 120 °C en este punto.

El drenaje del fluido deberá estar conducido a una garrafa, no puede conducirse directamente a un desagüe ya que debe reciclarse.

3.7.6.7 Circuito hidráulico secundario

En los circuitos secundarios se instalarán tuberías de cobre.

Al igual que el primario debe concebirse equilibrado. El caudal del circuito secundario, y por tanto, su dimensionado dependerá del tipo de circuito diseñado.

El documento HS4, en la sección de ahorro de agua obliga a realizar recirculaciones de ACS en instalaciones donde la longitud de la tubería entre el acumulador de apoyo y el grifo más alejado sea superior a 15 metros. Nuestra instalación al tratarse de una instalación centralizada, deberá hacerse recirculaciones de ACS con carácter obligatorio, además, dicha recirculación se deberá realizar asegurando que la pérdida de temperatura entre impulsión y retorno sea inferior a 3°C en el cumplimiento de la normativa contra la legionela la

temperatura de retorno del acumulador de apoyo será superior a 50°C.

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con la Sección HE4, del DB HE del CTE, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación. El circuito secundario va del intercambiador externo al acumulador, o del interacumulador a la instalación de apoyo de energía convencional auxiliar, dependiendo del esquema de la instalación. En el primer caso será necesario un circuito terciario, pero es un sistema más eficiente energéticamente.

3.7.6.8 Sistema de energía auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica, el DB HE del CTE en el apartado 3.3.6, de la Sección HE4, establece que las instalaciones de energía solar deben disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

El dimensionado del sistema auxiliar, se hará en común con la demanda prevista para la instalación de calefacción y que se detalla en su anexo correspondiente.

La caldera seleccionada se trata de una "*Pellet de la marca Biocalora Multifuel 250 kW*" de 250 kW de potencia térmica nominal. Se instalará en el cuarto de instalaciones 3 en el sótano 2 destinado especialmente para la caldera con una ventilación adecuada y que cumpla la normativa.

Se detallan a continuación las características técnicas de la caldera:

.

Datos técnicos		Pellet 25	Pellet 50E	Pellet 50H	Pellet 100	Pellet 200	Pellet 300
Potencia máxima	kW	21,4	32,2	40,8	80	124	250
Volumen aire calefactable	m³	200-350	600-900	600-900	1200-1800	2200-2800	3300-4800
Tipo combustible		Pellet DIN Ø 6 mm ÷ l = 5 - 30 mm					
Eficiencia	%	90	90,1	90,1	95,8	95,1	92,5
Conexión impulsión	"	1"1/2	2	2	2	2	2
Conexión retorno	"	1"1/2	2	2	2	2	2
Acceso contenedor ceniza	mm	235x225	235x225	235x225	350x300	415x400	415x400
Ø conexión salida humos	mm	132	150	150	200	250	300
Altura caldera	mm	1180	1170	1170	1390	1680	1700
Anchura caldera	mm	400	480	480	720	840	1085
Profundidad caldera	mm	500	640	640	870	1240	1680
Volumen agua	litros	40	68	68	156	411	650
Peso	kg	142	242	242	463	837	1500
Presión máxima de trabajo	bar	2	2	2	2	2	2
Temperatura máxima de trabajo	°C	90	90	90	90	90	90
Presión prueba	bar	4	4	4	4	4	4
Tiro mínimo chimenea	Pa	20	20	20	20	20	20
Dimensiones cámara combustión	mm	600x235x330	520x355x455	520x355x455	730x560x700	820x640x1000	800x890x1400
Voltaje		230V-50 HZ					
Intercambiadores	nº	4	5	5	5	5	5
Eficiencia	%	89,2	90,1	90,1	95,8	95,1	92,5
Emisiones partículas	mg/m³	5,19	10,4	10,4	24,9	27,0	21,4
Emisiones CO	mg/m³	219,8	481	481	404,4	469,3	229,6
Emisiones NOx	mg/m³	139,2	114,7	114,7	128,5	122,9	127,2

Tabla 3.9.8.1 Datos técnicos de la caldera

Las características e instalación de la caldera, serán explicadas con más detalle en el anexo correspondiente a calefacción.

3.7.6.9 Sistema de control y medida

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

Se deben de cumplir una serie de requisitos que se citan a continuación:

- 1) El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
- 2) En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 °C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.
- 3) Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
- 4) El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
- 5) El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superior a la de congelación del fluido.
- 6) Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la radiación solar.
- 7) Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema

individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

La Sección HE4 establece la obligatoriedad, a efectos de comprobación futura del rendimiento de la instalación, de instalar además de los aparatos de medida de presión y temperatura que permitan la correcta operación, para el caso de instalaciones mayores de 20 m² al menos de un sistema analógico de medida local y registro de datos que indique como mínimo las siguientes variables:

- Temperatura de entrada agua fría de red.
- Temperatura de salida acumulador solar.
- Caudal de agua fría de red.

El tratamiento de los datos proporcionará al menos la energía solar térmica acumulada a lo largo del tiempo.

Se opta por instalar una centralita diferencial “*Omega Beta*” con el cual todos los datos de la instalación serán visibles, de esta forma, ofrece simultáneamente un sistema conjunto de control y medida.

A través de un puerto de comunicaciones e-Bus, el sistema solar puede comunicarse con sistemas de automatización de edificios.



Diseño elegante	Gran panel de visualización
Balance térmico	Fuente de Alimentación bajo consumo
Función captador tubo de vacío	2 x salidas (semiconductor y electromecánico)
Vbus/USB Vbus/LAN	Potencia total de salida 2A 240V
4 x entradas sondas PT1000	Consumo en modo de espera: <1W
Control de Velocidad	Manejo teclas frontales
Función termostato(Con temporizador)	Montaje de pared o en cuadro de conexiones
Desinfección térmica	Carcasa de plásticos
2 sistemas preprogramados	Dimensiones 172x110x49 mm

Figura 3.7.6.8.1 Regulador Omega Beta

3.7.6.10 Mantenimiento de la instalación

Para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de la instalación se seguirán las instrucciones recogidas en la sección HE4 del DB y además se llevarán a cabo las siguientes revisiones:

ELEMENTO	PERIODICIDAD
Funcionamiento de la instalación: Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos	ANUAL
Estado de conservación y limpieza de los depósitos y acumuladores: Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	TRIMESTRAL
Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (grifos y duchas): Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	MENSUAL
Purga de válvulas de drenaje tuberías.	MENSUAL
Purga del fondo de acumuladores.	SEMANAL
Apertura de grifos y duchas de instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.	SEMANAL
Control de temperatura en depósitos acumuladores y una muestra representativa de grifos "centinela".	DIARIO
Equipos de tratamiento de agua.	MENSUAL

Tabla 3.7.6.9.1 Mantenimiento de la instalación

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Si se detectan procesos de corrosión se sustituirá el elemento afectado y, conjuntamente, se realizará, si es preciso, un tratamiento preventivo adecuado para evitar que estos procesos vuelvan a reproducirse.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo VIII

INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

ÍNDICE ANEXO VIII: INSTALACIONES DE VENTILACIÓN

3.8 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN	2
3.8.1 OBJETO DEL ANEXO	2
3.8.2 ALCANCE:	2
3.8.3 NORMATIVA	2
3.8.4 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL.....	3
3.8.5 SERVICIOS.....	4
3.8.6. VENTILACIÓN	4
3.8.7. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO CÓDIGO TÉCNICO	13

3.8 INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

3.8.1 OBJETO DEL ANEXO

Tiene por objeto definir las instalaciones necesarias para la adecuación de las plantas Sótano 1 y Sótano 2 de un edificio, para su adaptación a Garaje.

Se trata de una edificación en proceso de construcción en Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol

También servirá de base para su tramitación ante los Organismos Competentes.

3.8.2 ALCANCE:

Se considera alcance toda la instalación de ventilación que va desde las plantas Sótano 1 y Sótano 2 de un edificio, para su adaptación a Garaje.

3.8.3 NORMATIVA

Las obras e instalaciones proyectadas se ajustarán a toda Normativa y Legislación vigente sobre la materia, especialmente a las contenidas en:

- Ordenanzas municipales del Excmo. Ayuntamiento de Ferrol.
- Normas tecnológicas de la Edificación, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- Reglamento de Baja Tensión (RBT) e Instrucciones ITC-BT del Ministerio de Industria y Energía.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Código Técnico de la Edificación (CTE). Real decreto 314/2006 de 17 de marzo, teniendo en cuenta la Orden VIV/984/2009 de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del mismo (**DB-HS-SI**).

3.8.4 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

El garaje se sitúa en las plantas Sótano 1 y Sótano 2 del Edificio en construcción situado en Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol.

Como decimos, el garaje consta de dos plantas, con la siguiente distribución de superficies:

Superficie útil Planta Sótano 1	345.45 m ²
Superficie útil Planta Sótano 2	377.35 m ²

En total se habilitarán 31 plazas de garaje, dando un baremo por plaza de 24,40 m². Las 31 plazas de garaje disponen de unas dimensiones mínimas de 2,2 x 4,5m.

El acceso al garaje es unidireccional de uso alternativo. Los suelos serán de cemento coloreado y el techo estará formado por forjado de vigueta prefabricada y bovedilla de hormigón de 30 cm., con capa de compresión, terrazo en la cara superior, y enlucido en la cara inferior. Las medianeras están formadas por doble tabique de ladrillo de 8 cm. enfoscado y enlucido por ambas caras.

La altura libre mínima es de 2,40 m.

En el conjunto del Garaje se distribuyen diversos trasteros, con superficies útiles sensiblemente inferiores a 10 m², véase los documentos gráficos que acompañan a este documento.

La actividad a desarrollar corresponderá a la de estacionamiento de los vehículos de aquellas personas con residencia habitual en el edificio que contiene al

establecimiento o zona (aparcamiento) destinado a tal fin, la cual corresponde a la planta Sótano del citado edificio.

La actividad, aunque no considerada como molesta por ruidos, tendrá como principal incidencia ambiental la emisión de ruidos. No obstante, dadas las medidas correctoras adoptadas, justificadas en los apartados correspondientes, la actividad se podrá considerar viable.

3.8.5 SERVICIOS

La edificación en la que se pretende ubicar las nuevas instalaciones contará una vez finalizada su construcción con los siguientes servicios:

- Agua potable y red de saneamiento municipales.
- Alimentación de energía eléctrica a 400/230 V.
- Acceso rodado.
- Pavimentación de Calzada.
- Encintado de aceras.

3.8.6. VENTILACIÓN

Se proyecta un sistema de ventilación forzada de acuerdo con los vigentes R.B.T y Código Técnico.

Ventilación del Garaje:

Para aparcamientos y garajes, el DB-HS contempla sistema de ventilación natural o mecánica. No obstante, dada la imposibilidad física del sistema de ventilación natural, elegiremos para nuestro caso la de tipo mecánico.

Igualmente, dentro de la ventilación mecánica, el DB-HS contempla dos opciones (en todo caso será ventilación por depresión): con extracción mecánica, o con admisión y extracción mecánica. Dada la configuración del caso que nos ocupa, con plantas sótano, y sobre todo debido a la imposibilidad de ubicación de aberturas de admisión natural que garanticen una ventilación adecuada, optamos por extracción y admisión mecánicas.

Los equipos extractores e impulsores, estarán independizados eléctricamente, y entrarán a funcionar automáticamente al detectar alto nivel de CO. Para ello se instalarán detectores y una central detectora de CO homologada de sensibilidad programable, que será la encargada de accionar el automatismo de la ventilación. Los detectores de CO se colocarán a una altura no superior a 1,5 m.

Los conductos que transcurren por un único sector de incendio tendrán una clasificación E600 90, los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio tendrán una clasificación EI90. Se instalará un reloj adicional para realizar un barrido del garaje dos veces al día, en principio se propone de 9 a 9,30 y de 22 a 22,30 horas. También se dispondrán interruptores manuales de emergencia, para su accionamiento en caso necesario.

El sistema de ventilación estará compuesto dos redes de extracción (dotadas del correspondiente aspirar mecánico (15 < N° Plazas < 80) y una única de impulsión para servicio de ambas plantas.

- Redes de Extracción.

Cuando los conductos se dispongan contiguos a un local habitable, salvo que estén en la cubierta, para que el nivel sonoro continuo equivalente estandarizado ponderado producido por la instalación no supere 30 dBA, la sección nominal S de cada tramo del conducto de extracción debe ser como mínimo igual a la obtenida mediante la siguiente fórmula o cualquiera otra solución que proporcione el mismo

$$S \geq 2,50 \cdot qvt$$

Donde qvt: caudal de aire en el tramo del conducto en l/s, igual a la suma de todos los caudales que pasan por las aberturas de extracción que vierten al tramo.

En el caso en estudio se opta por seguir la sistemática habitual en el cálculo de conductos, haciendo uso de la fórmula conocida $Q = v \cdot S$ que relaciona el caudal, la velocidad y la sección (la velocidad se limitará a 10 m/s), ya que entendemos es una metodología avalada por la experiencia y proporciona una solución análoga.

- Cálculo de pérdidas de carga por rozamiento del aire.

Para el cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento del aire, se realiza mediante el catálogo de Salvador Escoda en función de un caudal y de un diámetro.

Como los conductos son rectangulares, se hará primero una equivalencia con la siguiente tabla, a partir, de una medida de un conductor rectangular.

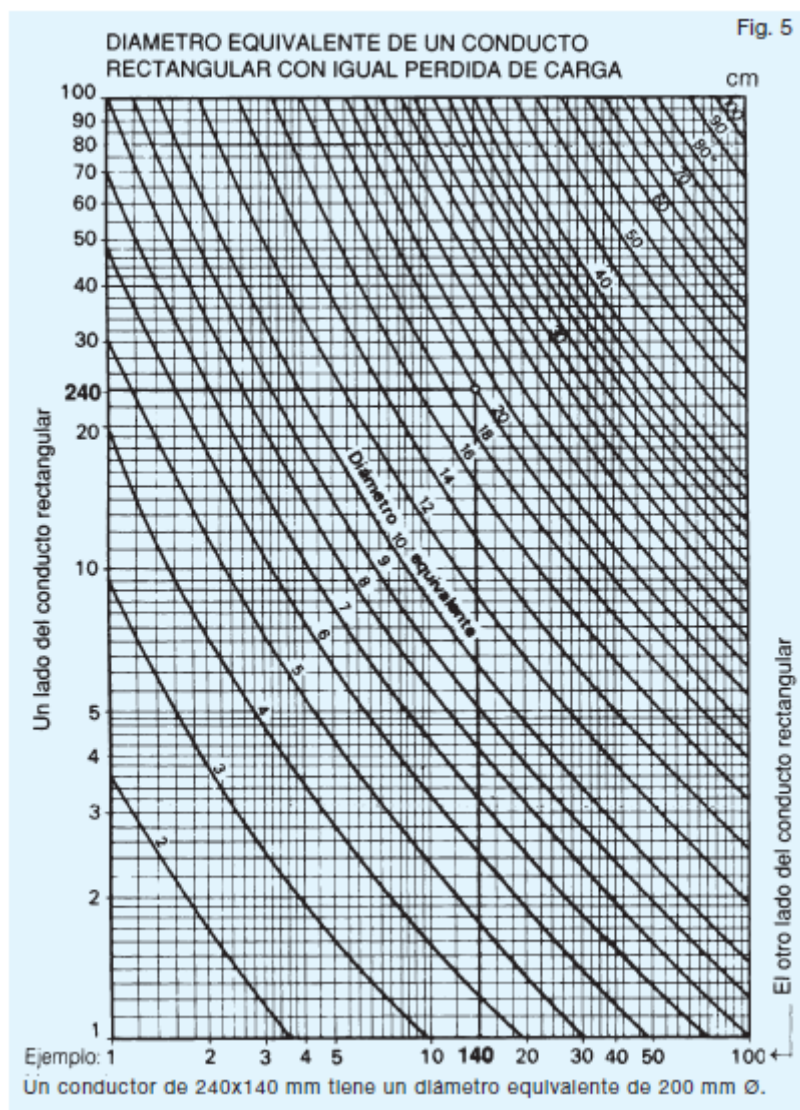


Tabla 3.8.6.1 – Diámetro equivalente

Después de obtener el diámetro equivalente, calcularemos las pérdidas de carga por rozamiento del aire en la siguiente tabla, a partir del diámetro equivalente y el caudal.

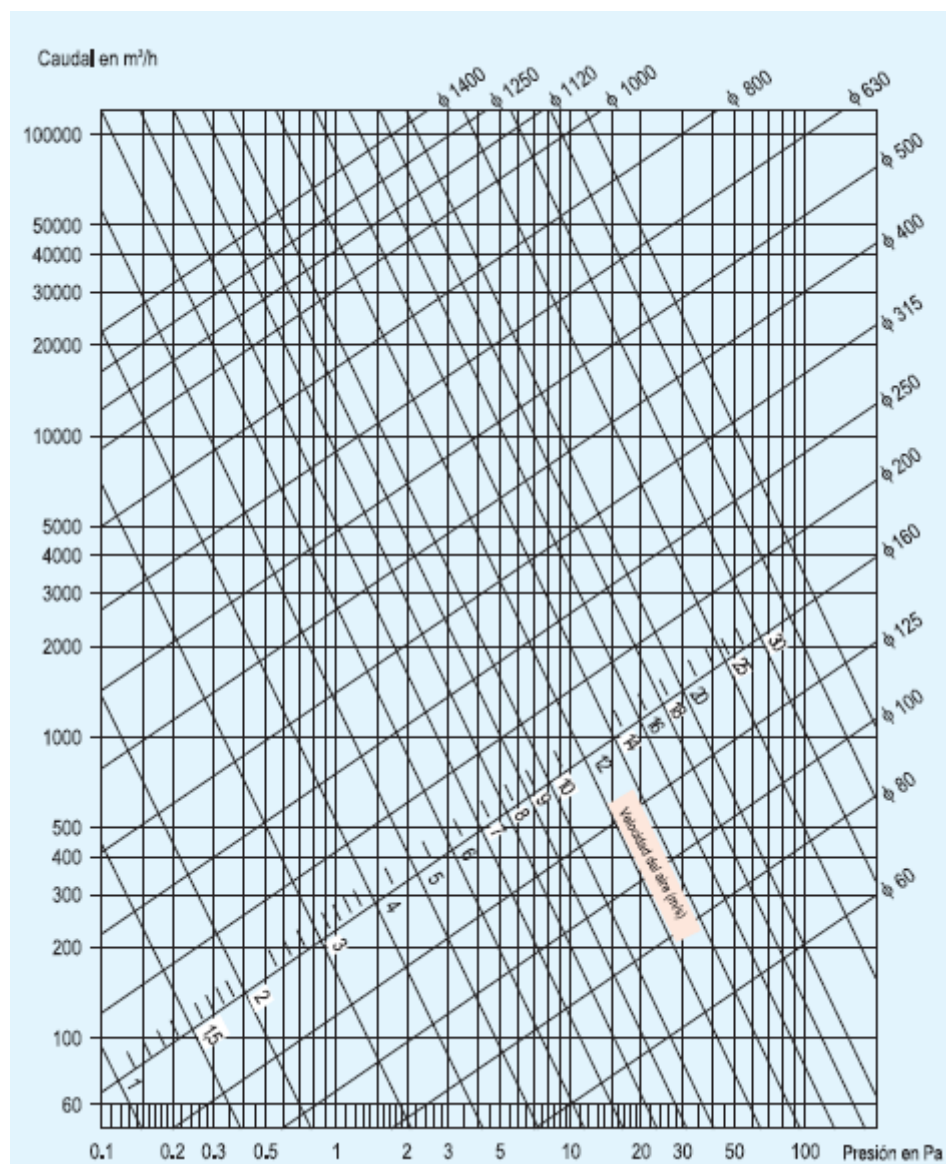


Tabla 3.8.6.2 – pérdidas de carga por rozamiento del aire

Extracción Planta Sótano 1:

Nº Plazas Aparcamiento: 15.

Caudal necesario, $q_v = 120 \text{ l/s-plaza} \times 15 \text{ plazas} = 1.800 \text{ l/s} = 6.480 \text{ m}^3/\text{h}$

Escogeremos una unidad de extracción: Caja de ventilación axial, Desenfumage

400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P

modelo CHGT/4-560-5/22-0,75kW-E400-230/400V-50HZ para un caudal $[Q=7.033 \text{ m}^3/\text{h}]$ y presión estática $[P_{st}=19,6 \text{ mm c.a.}]$.

Nº rejillas: 7. Rejillas 550 x 200 mm., con regulación de caudal. (Número de rejillas de superior al mínimo necesario de 1 rejilla por cada 100 m² de superficie útil).

Se colocarán todas las aberturas de extracción a una distancia no superior a 0,5 metros del forjado superior.

Las dimensiones y características de los diferentes tramos de conducto, vienen recogidas en las tablas siguientes:

Tramo	Q (m ³ /h)	V(m/s)	número rejillas	b(m)	h(m)	L(m)	Pérdidas de carga (Pa)
1	925,71	6,85711	1	0,25	0,15	5	3
2	1851,4	6,42847	1	0,4	0,2	5	2
3	2777,1	9,64271	1	0,4	0,2	5	3
4	3702,9	8,22867	1	0,5	0,25	6,8	2
5	4628,6	8,57148	1	0,6	0,25	5	2,7
6	5554,3	8,81635	1	0,7	0,25	6	3,3
7	6480	9	1	0,8	0,25	15,4	3,5
Total	6480		7			48,2	19,5

Tabla 3.8.6.3 – Medidas de conducto

Extracción Planta Sótano 2:

Nº Plazas Aparcamiento: 16.

Caudal necesario, $q_v = 120 \text{ l/s-plaza} \times 16 \text{ plazas} = 1.920 \text{ l/s} = 6.912 \text{ m}^3/\text{h}$.

Escogeremos una unidad de extracción: Caja de ventilación axial, Desenfumage 400º/2H con palas de aluminio y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P modelo CHGT/4-560-5/22-0,75kW-E400-230/400V-50HZ para un caudal $[Q=7.033 \text{ m}^3/\text{h}]$ y presión estática $[P_{st}=19,6 \text{ mm c.a.}]$.

Nº rejillas: 7. Rejillas 550 x 200 mm., con regulación de caudal. (Número de rejillas de superior al mínimo necesario de 1 rejilla por cada 100 m² de superficie útil).

Se colocarán todas las aberturas de extracción a una distancia no superior a 0,5 metros del forjado superior.

Las dimensiones y características de los diferentes tramos de conducto, vienen recogidas en las tablas siguientes:

Tramo	Q (m ³ /h)	V(m/s)	número rejillas	b(m)	h(m)	L(m)	Pérdidas de carga (Pa)
1	925,71	6,85711	1	0,25	0,15	5	3
2	1851,4	6,42847	1	0,4	0,2	5	2
3	2777,1	9,64271	1	0,4	0,2	5	3
4	3702,9	8,22867	1	0,5	0,25	6,8	2
5	4628,6	8,57148	1	0,6	0,25	5	2,7
6	5554,3	8,81635	1	0,7	0,25	6	3,3
7	6912	9,6	1	0,8	0,25	18,4	3,5
Total	6912		7			51,2	19,5

Tabla 3.8.6.4 – Medidas de conducto

La toma de aire exterior, común para ambas redes de extracción, mediante conducto a cubierta, será mediante una TAE de 100 x 100 cm. o equivalente.

$$T.A.E. = \frac{C}{V} = \frac{13.392 \cdot 10^2}{5 \cdot 3.600} \cdot \left(\frac{100}{80}\right) = 9.300 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \times 100 \text{ cm}$$

Activación del Sistema de Ventilación del Garaje.

Con el objeto de dotar de funcionalidad al sistema y cumplir las exigencias requeridas para el mismo, éste se activará:

- por activación manual, mediante uso de interruptor de marcha/paro.
- por activación automática, a través de la central de incendio, por indicación de los detectores de incendio.
- por activación automática, a través de la central de CO, por indicación de los detectores por nivel superior a 100 ppm.

Condiciones particulares de Bocas de Expulsión y Tomas de Admisión.

La boca de expulsión prevista se situará en terraza posterior, no existiendo peligro de “cortocircuito” o similar con las bocas de admisión, pues ésta se situará en fachada principal sobre el Portón de entrada de vehículos.

Tampoco existe posibilidad de afectar a personas, dada la ubicación en terraza posterior, con una altura superior a tres metros sobre el nivel de esta terraza, sin que existan puntos (ventanas o similar) que pudieran resultar afectados (distancias superiores a 15 metros, en un ángulo de 45°). Esta boca contará con sombrerete prefabricado o conducto tipo “cuello de cisne” dotados de malla anti-pájaros para protección de las salidas.

El área efectiva de las aberturas de ventilación será como mínimo la indicada por la tabla 4.1 del DB-HS3.

En el caso de las aberturas de extracción, vimos anteriormente que para las asociadas al aspirador mecánico, el caudal a su través será de 257 l/s. Tomando este valor como q_{va} , obtenemos que el área efectiva de las aberturas de extracción:

$$\text{abertura extracción} = 4 \cdot q_{va} = 4 \cdot 257 \text{ l/s} = 1.028 \text{ cm}^2$$
 (Se opta por seleccionar un valor comercial de 550 x 200 mm (algo mayor que el obtenido).

- Red de Impulsión.

Nº Plazas Aparcamiento: 31.

Caudal necesario, $q_v = 120 \text{ l/s-plaza} \times 31 \text{ plazas} = 3.720 \text{ l/s} = 13.392 \text{ m}^3/\text{h}$.

Escogeremos una unidad de ventilación compuesta por Caja de ventilación axial con aislamiento ignífugo de melamina con carcasa exterior anticorrosiva galvanizada en caliente, palas de aluminio con casquillo de arrastre de acero y motor trifásico - IP55 - Clase F, marca S&P modelo CGT/4-630-5/26-1,5kW-230/400V-50HZ para un caudal $[Q=12.706 \text{ m}^3/\text{h}]$ y presión estática $[P_{st}=21,3 \text{ mm c.a.}]$.

Nº rejillas: 12. Rejillas 650 x 200 mm., con regulación de caudal. (Número de rejillas de impulsión superior al mínimo necesario de 1 rejilla por cada 100 m² de superficie útil).

Fijamos una velocidad media de 10 m/s.

Las dimensiones y características de los diferentes tramos de conducto, vienen recogidas en las tablas siguientes:

Tramo	Q (m ³ /h)	V(m/s)	número rejillas	b(m)	h(m)	L(m)	Pérdidas de carga (Pa)
1	1116	8,26667	1	0,25	0,15	5	3,5
2	2232	7,75	1	0,4	0,2	5	3
3	3348	9,3	1	0,5	0,2	5	4,7
4	4464	9,92	1	0,5	0,25	6,8	3,6
5	5580	8,85714	1	0,7	0,25	5	3
6	6696	9,3	1	0,8	0,25	6	3,4
1	1116	8,26667	1	0,25	0,15	5	3,5
2	2232	7,75	1	0,4	0,2	5	3
3	3348	9,3	1	0,5	0,2	5	4,7
4	4464	9,92	1	0,5	0,25	6,8	3,6
5	5580	8,85714	1	0,7	0,25	5	3
6	6696	9,3	1	0,8	0,25	6	3,4
7	13392	9,92	0	1,25	0,3	18,4	1
Total	13392		12			84	43,4

Tabla 3.8.6.5 – Medidas de conducto

Ventilación de Trasteros:

El trabajo de instalación de una ventilación, técnicamente viable, de los espacios dedicados a trasteros conforme a lo establecido en el Código Técnico, ha de pasar necesariamente por una diferenciación entre los trasteros individuales (sin una zona común diferenciada del propio garaje) y las galerías de trasteros, dotadas de una zona común, pasillo o distribuidor, completamente diferenciada y separada mediante algún elemento de compartimentación vertical de la propia superficie del Garaje.

En el caso que nos ocupa todos los trasteros son individuales comunicando directamente con el propio Garaje, sin una zona común, pasillo o distribuidor diferenciado del Garaje. Por este motivo se proyecta mediante la disposición dos aberturas de paso de al menos 70 cm² cada una y separadas verticalmente 1,5 m en cada una de las puertas de trasteros, (Sistema de Ventilación indicado en el ejemplo c) de la Figura 3.2 del DB- HS3, siendo la zona común de estos trasteros individuales el propio Garaje).

Véase los planos adjuntos a este documento, para una mayor información al respecto.

3.8.7. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO CÓDIGO TÉCNICO

DOCUMENTO BASICO DB-SI “Seguridad en caso de Incendio”

SECCIÓN SI 1 Propagación Interior.

La totalidad del garaje constituye un único sector de incendio diferenciado del resto del edificio. Toda comunicación con el edificio se realiza mediante vestíbulos de independencia, cumpliendo así lo establecido en la Tabla 1.1 del Apartado 1, Compartimentación en sectores de incendio.

La resistencia al fuego de los elementos separadores del sector de incendios satisfacen las condiciones establecidas en la Tabla 1.2 de esta Sección, esto es:

Paredes Medianeras y Techos: EI-120.

En nuestro caso y según datos del Proyecto de Arquitectura, la estabilidad y resistencia al fuego de los elementos estructurales y cerramientos es:

Cerramientos: EI-120. **CUMPLE.**

Techos: R120. **CUMPLE.**

Espacios Ocultos. Paso de Instalaciones.

El paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios garantizará la continuidad de la compartimentación de incendios en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos o suelos elevados.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se mantendrá en los puntos en los que dichos elementos son atravesados, salvo que se disponga de un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso o que los elementos pasantes aporten una resistencia, al menos, igual que la del elemento atravesado.

Reacción al Fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario.

En general, todos los materiales de revestimiento de serán B-s1,d0 en paredes y techos y BFL-s1 en suelos.

SECCIÓN SI 2 Propagación Exterior.

Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser la menos EI120.

En nuestro caso:

Cerramientos: Doble tabique de ladrillo de 8 cm. enfoscado y enlucido por ambas caras, EI-120. **CUMPLE.**

Además y con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal, todos los puntos de ambas fachadas, entre el local que nos ocupa y los posibles adyacentes (fachadas a 180º) y dentro de una franja de 0,5 metros son elementos con una EI60.

El riesgo de propagación vertical por fachada queda limitado por cuando todo elemento de la fachada, con una EI inferior a 60 minutos se encuentra a más de 1 metros de distancia de la fachada correspondiente al sector de incendio inmediatamente contiguo al sector que nos ocupa.

SECCIÓN SI 3 Evacuación de Ocupantes.

Según la Tabla 2.1 Densidades de Ocupación:

A las zonas de aparcamiento le corresponde una densidad de ocupación de 1 persona cada 40 m².

$$S = (756,04 \text{ m}^2) / 40 = 18.91 \text{ personas.}$$

Aforo Total = 19 personas.

El garaje que nos ocupa dispone de una salida de planta, en cada una de las plantas, número este suficiente debido a que la longitud de los recorridos de

evacuación no excede de 35 metros y la ocupación es sensiblemente inferior a 100 personas.

Véase disposición en planta de garaje en los planos adjuntos a este documento.

Señalización de los medios de evacuación.

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988.

Control de Humo de Incendio.

Al tratarse de un aparcamiento sin consideración de abierto, contará con un sistema de control del humo de incendio durante la evacuación de los ocupantes. Ello es posible utilizando el sistema de ventilación por extracción mecánica con aberturas de admisión de aire definido algunos párrafos atrás según lo expuesto en la Sección 3 del DB-HS, y que además, cumple las siguientes condiciones:

- a) El sistema es capaz de extraer un caudal de aire de 120 l/plaza·s y se activa automáticamente en caso de incendio mediante la instalación de detección, cerrándose también automáticamente, mediante compuertas E600 90, las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.
- b) Los ventiladores tendrán una clasificación F400 90.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio tendrán una clasificación E600 90. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio una clasificación EI 90.

SECCIÓN SI 4 Detección, Control y Extinción del Incendio.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios.

Cumpliendo los requisitos establecidos en la tabla 1.1 se instalarán:

- Ocho (8) extintores de eficacia 21 A-113 B en lugar visible y de fácil acceso

a una altura máxima del suelo de 1,70 m.

- Dos (2) Bocas de Incendios Equipadas de 25 mm., situadas en los lugares indicados en Planos, alimentadas directamente desde la Red Municipal mediante tubería de acero de 2".

Además, y para la activación de los sistemas de Control de Humo de Incendio se instalará:

- Sistema de Detección de Incendio, constituido por detectores y dispositivos de alarma.

Todos estos equipos manuales estarán convenientemente señalizados mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 que cuando fuesen foto luminiscentes, sus características de emisión cumplirán lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

SECCIÓN SI 5 Intervención de los bomberos.

Aproximación al edificio.

Los viales de aproximación a los espacios de maniobras a los que se refiere el apartado 1.2 de esta Sección cumplen las condiciones establecidas en el apartado 1.1, esto es:

Anchura mínima de viales: > 3,5 m.

Altura mínima: superior a 4,5 m.

Capacidad portante del vial superior a 20 kN/m².

Entorno del edificio.

El edificio que nos ocupa tendrá una altura de evacuación descendente mayor de 9 metros disponiendo de un espacio de maniobra a lo largo de las fachadas en las que están situados los accesos principales. Este espacio de maniobra se encuentra libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos.

Anchura mínima libre = 5 m.

Altura libre: la del edificio.

Separación máxima sensiblemente inferior a 23 m.

Pendiente máxima < 10 %.

Accesibilidad por Fachada.

El Garaje que nos ocupa dispone de huecos practicables que permiten y facilitan el acceso desde el exterior, cumpliendo las siguientes características (Portón de Entrada de Vehículos y Salida Peatonal).

Altura máxima del alféizar (m)		Dimensión mínima horizontal del hueco (m)		Dimensión mínima vertical del hueco (m)		Distancia máxima entre huecos consecutivos (m)	
Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto	Norma	Proyecto
1,20	0,05	0,80	0,80	1,20	2,00	25,00	14,00

Tabla 3.8.7.1 – Dimensiones

SECCIÓN SI 6 Resistencia al Fuego de la Estructura.

Tal y como se describe en el Proyecto de Arquitectura, la resistencia al fuego de los elementos portantes de la estructura es sensiblemente superior al R120 mínimos exigido.

DOCUMENTO BASICO DB-SU “Seguridad de utilización”

SECCIÓN SU 1

1.- Resbaladidad de los suelos

Para el caso que nos ocupa, estamos en el tercer supuesto de la tabla 1.2 *Clase Exigible a los Suelos en función de su localización*, mencionando expresamente a los aparcamientos, por lo que la clase no será inferior a 3 en los mismos, siendo por tanto $R_d > 45$.

Por tanto, todos lo suelos proyectados tendrán un grado de resbaladidad igual o

superior a:

Clase 2, con una Resistencia al Deslizamiento, $35 < Rd \leq 45$, en escaleras.

Clase 3, con una Resistencia al Deslizamiento, $Rd > 45$, en el resto del aparcamiento.

2.- Discontinuidades en el pavimento

- No se presentará imperfecciones o irregularidades que supongan diferencia de nivel de más de 6 mm.
- Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25 %.
- En zonas interiores para la circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.
- No existe ningún escalón aislado, ni dos consecutivos.

3.- Desniveles

Existirán barreras de protección de al menos 900 mm de altura en los desniveles, huecos y aberturas con una diferencia de cota mayor que 550 mm.

4.- Escaleras y rampas

Según datos del proyecto de arquitectura, las escaleras, en este caso todas ellas de uso general, cumplen los requisitos establecidos en cuanto a dimensiones de peldaños, mesetas y pasamanos.

Las pendientes máximas de las rampas de circulación de vehículos son inferiores a la máxima permitida del 18%.

5.- Acristalamiento

No es de aplicación para este trabajo.

SECCIÓN SU 2

1.- Impacto

- La altura libre de paso en zonas de circulación es siempre mayor de 2.400 mm, cumpliendo por tanto los 2.200 mm mínimos exigidos.
- Ninguna de las puertas proyectadas tienen un barrido de la hoja que invada el pasillo. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.
- En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 150 mm y 2200 mm medida a partir del suelo.
- Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados cuya altura sea menor que 2000 mm, tales como mesetas o tramos de escalera, de rampas, etc., disponiendo elementos fijos que restrinjan el acceso hasta ellos.

Los parámetros constructivos, así como los acabados con que cuenta el garaje garantizan la inexistencia de riesgo de impactos, según los anteriores párrafos.

SECCIÓN SU 3

1.- Aprisionamiento

- En caso de que las puertas posean un dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas puedan quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, existirá algún sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto. La Iluminación de estos recintos estará controlada desde su interior.
- Las dimensiones y disposición de estos recintos será adecuada para posibilitar a los posibles usuarios en silla de ruedas la utilización de los mecanismos de apertura y cierre y el giro en su interior.

- La fuerza de apertura de las puertas será de 140 N como máximo, excepto en las de los recintos indicados en el punto inmediatamente anterior en los que será de 25 N.

SECCIÓN SU 4

Véase Anexo de Iluminación.

SECCIÓN SU 5.

No es de aplicación esta Sección al trabajo que nos ocupa.

SECCIÓN SU 6.

No es de aplicación esta Sección al trabajo que nos ocupa.

SECCIÓN SU 7

El garaje que nos ocupa cuenta con una zona de acceso con pendientes y longitud adecuadas, permitiendo la entrada y salida frontal de vehículos (profundidad de 4,5 m y una pendiente máxima del 5%).

Los accesos y salidas peatonales del garaje son independientes de la puerta motorizada para vehículos y todas la pinturas y marcas de señalización horizontal serán de Clase 3, con una Resistencia al Deslizamiento, $R_d > 45$.

3.- Protección de recorridos peatonales.

Los supuestos contemplados en este apartado no proceden en el caso que nos ocupa ya que, además de tratarse de personas que sí están familiarizadas con el edificio, correspondería al caso de aparcamientos con más de 200 vehículos o superficie mayor de 5.000 m².

4.- Señalización.

Deberá señalizarse, conforme a lo establecido en el código de la circulación:

- a) el sentido de la circulación y las salidas.
- b) la velocidad máxima de circulación de 20 km/h.
- c) las zonas de tránsito y paso de peatones, en las vías o rampas de circulación y acceso.

Entendemos que las zonas de tránsito y paso de peatones deberán señalizarse cuando, según *3.-Protección de recorridos peatonales* proceda identificar los itinerarios peatonales, lo cual hemos visto no es el caso. Por tanto, se señalizará la salida y la velocidad máxima de circulación.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo IX

INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

ÍNDICE ANEXO IX: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.9 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	4
3.9.1 OBJETIVO.....	4
3.9.2 NORMATIVA	4
3.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS	5
3.9.3.1 Calefacción por suelo radiante	5
3.9.4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	6
3.9.4.1 Tuberías	6
3.9.4.2 Paneles portatubos	7
3.9.4.3 Colectores	7
3.9.4.4 Grupo hidráulico de impulsión.....	7
3.9.4.5 Aparatos de medida	8
3.9.4.6 Dispositivos de purga	8
3.9.5 CÁLCULOS	8
3.9.5.1 Zona climática	8
3.9.5.2 Coeficientes utilizados.....	8
3.9.5.2.1 Coeficientes de diseño	9
3.9.5.2.2 Coeficientes de orientación	14
3.9.5.2.3 Coeficientes de intermitencia	15
3.9.5.3 Temperaturas de diseño	15
3.9.5.4 Cargas térmicas	17
3.9.5.4.1 Pérdidas por Transmisión en los Cerramientos	18
3.9.5.4.2 Pérdidas por Ventilación.....	18
3.9.5.4.3 Pérdidas por Puentes Térmicos	19
3.9.5.5 Resultados obtenidos.....	19
3.9.6 DIMENSIONADO DEL SUELO RADIANTE	25
3.9.6.1 Ubicación de colectores y diseño de circuitos.....	25

3.9.6.2 Temperatura media superficial del pavimento.....	26
3.9.6.3 Temperatura de impulsión.....	27
3.9.6.4 Caudal de agua de los circuitos	29
3.9.6.5 Selección de tuberías	30
3.9.7 TABLA RESUMEN DE LA INSTALACIÓN.....	31
3.9.8 DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE BIOMASA	31
3.9.8.1 Demanda de combustible.....	33
3.9.9 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN	35
3.9.10 CÁLCULO DEL ACUMULADOR.....	38
3.9.11 CÁLCULO DE LA BOMBA	39

3.9 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

3.9.1 OBJETIVO

El objetivo de este anexo es el cálculo y dimensionamiento de la Instalación de Calefacción proyectada en un edificio destinado a 18 viviendas.

Para lograr dicho objetivo, se optará por la instalación centralizada de calefacción mediante suelo radiante la cual será alimentada a través de una instalación de paneles solares térmicos, una instalación geotérmica y una caldera auxiliar de apoyo descrita posteriormente.

Se calculará las cargas térmicas para cada vivienda y posteriormente se variará la presión necesaria para cada vivienda.

3.9.2 NORMATIVA

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus Instrucciones Térmicas Complementarias, aprobadas por el Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio.
- Normas Tecnológicas del Ministerio de la Vivienda (NTE-ISV/1975 sobre construcción de conductos de evacuación y chimeneas (B.O.E. de 5 y 12 de Julio de 1975).
- Real Decreto 1630/1992 por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva del Consejo 9/106/CEE.
- Directiva del Consejo 93/76/CEE, modificada por el artículo 12 de la Directiva del Consejo 93/68/CE Directiva del Consejo 93/76/CEE referente a la limitación de las emisiones de dióxido de Carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE).
- Real Decreto 276/1995, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1428/1992 de aplicación de la directiva 90/396/CEE, sobre aparatos de gas (B.O.E 27/03/1995).
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican el CTE DB SI aprobado por el R.D 314/2006, de 17 de marzo, y el R.D 1371/2007, de 19 de octubre (B.O.E 23/10/2007).
- Ley 34-2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales aprobada por Real Decreto 31/1995 de 8 de Noviembre y la Instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).

3.9.3 DESCRIPCIÓN DE LAS SOLUCIONES ADOPTADAS

3.9.3.1 Calefacción por suelo radiante

Se ha optado por este tipo de instalación ya que, de entre todos los sistemas existentes de climatización, los sistemas radiantes son los que mejor se ajustan a la emisión óptima del calor del cuerpo humano por radiación, convección, transmisión y evaporación.

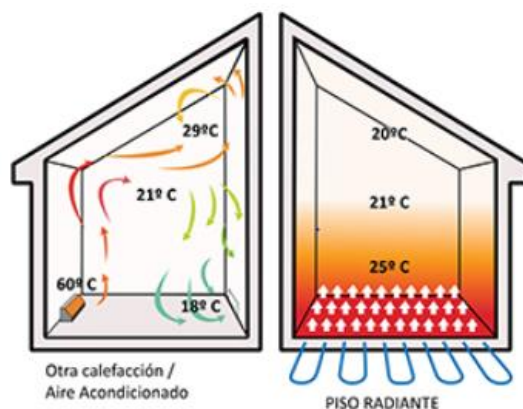


Imagen 3.9.3.1.1

El principio de funcionamiento del Sistema empleado consiste en la impulsión de agua a media temperatura (en torno a los 40°C) a través de circuitos de tuberías de polietileno reticulado.

Estos circuitos se embeben de una capa de mortero de cemento sobre el que se coloca un pavimento final de tipo cerámico, parquet etc.

Las tuberías emisoras se insertan en unas placas de aluminio (difusores), siendo estas las que ceden la energía precisa al pavimento del local a calefactar.

Desde los colectores de alimentación, parten los circuitos emisores, allí se equilibran hidráulicamente, y a través de los cabezales electrotérmicos se regula la circulación del agua impulsada en función de las necesidades de cada local.

3.9.4 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.9.4.1 Tuberías

Las tuberías seleccionadas están especialmente diseñadas para los sistemas de climatización invisible. Se instalarán tuberías de polietileno reticulado Upnor evalPEX (Pex-a) por el método Engel con barrera antidifusión de oxígeno, de color blanco y 20cm de separación entre ellas.

A parte de las características comunes a todas las instalaciones de este tipo, Upnor Pex tiene unas características distintivas:

- No se ve afectado por la corrosión o por la erosión.
- No se ve afectado por los aditivos del hormigón.
- La fuerza de dilatación no afecta a la estructura del tubo *Uponor Pex*.
- El tubo es resistente a la rotura en caso de ser perforado hasta un 20% del espesor de la pared.
- Tiene fuerzas de fricción muy bajas.
- El peso del tubo es reducido.
- Su alta flexibilidad permite hacer curvas de radio reducido.
- Es flexible incluso por debajo de los -40°C.
- La flexibilidad del tubo absorbe el 70% del efecto golpe de ariete en caso de que se produzca.
- La flexibilidad es tal que absorbe el ruido generado en cualquier punto dentro de la tubería.

Las tuberías seleccionadas se fabrican de acuerdo a la norma UNE-EN ISO 15875 y cumplen con las exigencias de barrera antidifusión de oxígeno que establece la norma UNE-EN 1264-4

Su instalación se realizará en función de lo que exija la estancia a la que estén calefactando. Se ha optado por la instalación en espiral en los habitáculos de tamaño medio-grande, y en serpentín en los baños y estancias de tamaño pequeño. Todo ello está detallado en los planos correspondientes a la instalación de calefacción.

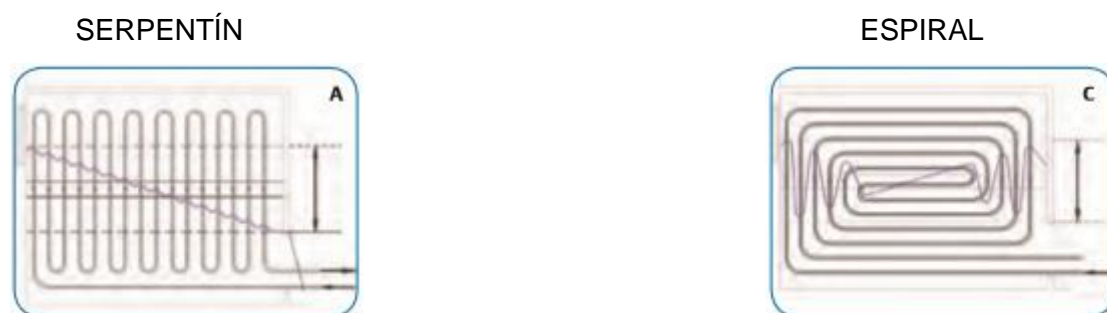


Imagen 3.9.4.1.1

3.9.4.2 Paneles portatubos

El portatubos instalado será compatible y de la misma marca que las tuberías anteriormente descritas. Se compone de una base de tetones de EPS recubierta de una lámina portatubos de poliestireno termoconformado (PE), que permite la unión de los paneles por solape en sus extremos. Sus espesores serán múltiplos de 5.

Cuenta con una barrera antihumedad, lo que permite evitar la instalación independiente de la misma (un film de polietileno a mayores). Además proporcionarán aislamiento contra ruido por impacto de modo que ayudarán al cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.

3.9.4.3 Colectores

Los colectores distribuidores están fabricados en material plástico que le aporta una alta resistencia mecánica, incluso a altas temperaturas y un bajo peso. La posición de los colectores ha de situarse por encima de la línea del suelo, para evitar una posible acumulación de aire en el interior de las tuberías.

La función de los colectores es la de obtener varios circuitos derivados a partir de un único circuito principal. Siempre deberá existir, al menos un colector de impulsión y un colector de retorno por planta, pudiendo derivar hasta 12 circuitos por cada colector de distribución.

3.9.4.4 Grupo hidráulico de impulsión

Entendemos por grupo de impulsión al kit premontado que incluye una bomba de impulsión, válvula mezcladora, by pass y dependiendo del caso también incluye centralita de control.

El grupo hidráulico proporciona el caudal de agua necesario suministrado por la bomba a la temperatura precisa para el correcto funcionamiento de la instalación mediante la mezcla del agua del generador de agua de retorno de la instalación de suelo radiante.

3.9.4.5 Aparatos de medida

Tiene la función de informar sobre el valor de los parámetros a controlar dentro de la instalación.

La medición de los parámetros de funcionamiento de las instalaciones térmicas viene regulada en la instrucción técnica ITE del RITE, siendo las más significativas la temperatura de salida del captador y la de retorno, temperatura de impulsión y retorno a los colectores y la presión de impulsión y aspiración de la bomba circuladora del grupo hidráulico.

3.9.4.6 Dispositivos de purga

Se encargarán de eliminar el aire dentro de la instalación tanto en el proceso de llenado como durante el funcionamiento de la misma, para ello dispondrán de automatismos que les permitan trabajar de forma autónoma.

3.9.5 CÁLCULOS

A continuación, se describirán los pasos seguidos para el cálculo de la instalación de calefacción. Primero se detallan los cálculos de los valores de los coeficientes necesarios para hallar las pérdidas, posteriormente se aplicarán las fórmulas de pérdidas caloríficas necesarias

3.9.5.1 Zona climática

El edificio objeto de cálculo se encuentra en el Ayuntamiento Ferrol, provincia de A Coruña, situado en zona urbana, perteneciente a la zona climática C1 según el Documento Básico HE1 del Código Técnico de la Edificación.

3.9.5.2 Coeficientes utilizados

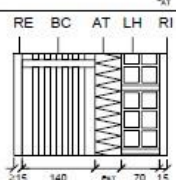
Son los coeficientes necesarios para posteriormente realizar el cálculo de las pérdidas caloríficas y así determinar la potencia necesaria en la instalación.

3.9.5.2.1 Coeficientes de diseño

Para calcular los coeficientes de diseño se ha aplicado lo expuesto en el catálogo de elementos constructivos del CTE, Los coeficientes de transmisión serán los siguientes:

Muro exterior:

4.2.3. Fábrica con revestimiento continuo, sin cámara o con cámara de aire no ventilada, aislamiento por el interior

FACHADA Hoja principal de fábrica con revestimiento continuo							
SIN CÁMARA O CON CÁMARA DE AIRE NO VENTILADA							
Aislamiento por el interior							
<p>RE revestimiento exterior continuo</p> <p>HP hoja principal</p> <p>LC fábrica de ladrillo cerámico</p> <p>BH fábrica de bloque de hormigón⁽¹⁰⁾</p> <p>BC fábrica de bloque cerámico</p> <p>LHO fábrica de ladrillo perforado de hormigón⁽¹⁰⁾</p> <p>BP fábrica de bloque de picón⁽¹⁰⁾</p> <p>RM revestimiento intermedio (opcional)</p> <p>C cámara de aire no ventilada⁽⁹⁾</p> <p>SP separación de 10mm</p> <p>AT aislante no hidrófilo</p> <p>HI hoja interior</p> <p>LH fábrica de ladrillo hueco</p> <p>BH fábrica de bloque de hormigón</p> <p>BP fábrica de bloque de picón</p> <p>YL placa de yeso laminado</p> <p>RI revestimiento interior formado por un enlucido, un enfoscado o un alicatado</p>							
Código	Sección	Datos entrada	HS ⁽¹⁾	HE ⁽²⁾	HR ⁽³⁾⁽⁴⁾		
		RE	GI	U (W/m ² K)	R _A (dBA)	R _{Ab} (dBA)	m (kg/m ²)
F 3.21		R1	3	1/(0,68+R _{AT})	47 [50]	44 [47]	207 [239]
		R3 o B3	5				

El aislante serán paneles de sándwich de polietireno expandido (EPS) con una $\lambda = 0,039 \text{ W / m}\cdot\text{K}$ y un espesor de 70 mm (60+10mm de refuerzo de fibra) por lo que R_{AT} será:

$$R_{AT} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,07\text{m}}{0,039 \text{ W/mK}} = 1,7948 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Por lo tanto la transmitancia térmica para el muro externo será:

$$U = \frac{1}{0,68 + 1,7948} = 0,4041 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Donde:

- λ = Conductividad térmica. Resistencia térmica del aislante
- R_{AT} = Resistencia térmica del aislante
- U = Transmitancia térmica.

Muro interior:

Se formará con una capa de yeso de dureza media y de espesor 1,5 cm; y ladrillo hueco con un espesor de 10 cm. Sus conductividades son $\lambda = 0,3 \text{ W / m}\cdot\text{K}$ y $\lambda = 0,32 \text{ W / m}\cdot\text{K}$ respectivamente por lo que las R_{AT} serán:

$$R_{AT} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.015m}{0.3 \text{ W/mK}} = 0.05 \frac{w}{m^2k} \quad \text{Yeso}$$

$$R_{AT} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.07m}{0.039 \text{ W/mK}} = 1.7948 \frac{w}{m^2k} \quad \text{Ladrillo}$$

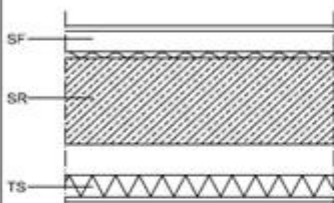
Con lo cual la transmitancia del muro interior será:

$$U = \frac{1}{(2 * 0.05) + 0.3125} = 2.4242 \frac{w}{m^2k}$$

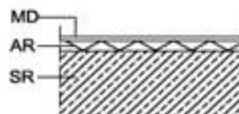
Techo y suelo

Se instalará 5mm de polietireno expandido (PE-E) en el suelo.

4.5 Particiones interiores horizontales

PARTICIÓN INTERIOR HORIZONTAL				
SF suelo flotante SR forjado u otro soporte resistente TS techo suspendido				
Sección	HE		HR	
	U (W/m ² K)	f_{Rsi} (W/m ² K)	R_A (dBA)	$L_{n,w}$ (dB)
	$1/(0,20+R_F+R_{SF}+R_{TS})^{(1)}$ $1/(0,34+R_F+R_{SF}+R_{TS})^{(2)}$	1-0,25-U	$R_{A,SR}+\Delta R_{A,SF}+0,5\cdot\Delta R_{A,TS}^{(3)}$ $R_{A,SR}+\Delta R_{A,TS}+0,5\cdot\Delta R_{A,SF}^{(4)}$	$L_{n,w,SR} - \Delta L_{w,SF} - \Delta L_{w,TS}$

4.5.1 Suelos flotantes

SUELOS FLOTANTES						
AC acabado MD tablero de madera SF suelo flotante S soporte del acabado M capa de mortero ⁽¹⁾ YL placa de yeso laminado ⁽²⁾ AR material aislante de ruido de impactos ⁽³⁾ MW lana mineral ⁽⁴⁾ PE polietileno PE-E espuma de polietileno expandido ⁽⁵⁾ PE-R espuma de polietileno reticulado ⁽⁶⁾ EEPS poliestireno expandido elasticado ⁽⁷⁾ SR forjado u otro soporte resistente						
Código	Sección	Aislante a ruido de impactos AR		HE ⁽¹⁾	HR ⁽¹⁾	
		tipo	espesor mm	R_{SF} (m ² K/W)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB)
S03		MW	12	0,27+R _{AR}	0	11
			20			15
			30			17
		PE-E	≥ 3 ⁽¹²⁾	0,27+R _{AR}	0	15
		PE-R	≥ 3 ⁽¹²⁾	0,27+R _{AR}	0	15

La conductividad térmica del filtro de poliéster es $\lambda = 0,038 \text{ W / m} \cdot \text{K}$ por lo que la RAT será:

$$RAT = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,005m}{0,038 \text{ w/mK}} = 0,131578 \frac{w}{m^2k}$$

Por lo que R_F será: R_F= 0.27+ R_{AT}=0.401578.

La R_{SR} es 0.32 por pieza por ser piezas de entrevigado cerámico.

Para calcular la R_{TS} correspondiente al techo se utiliza:

4.5.2.1 Techos para mejora del aislamiento acústico

TECHOS CONTINUOS							
		SR	forjado u otro soporte resistente				
		TS	techo suspendido				
		C	cámara de aire				
		AT	aislante				
		MW	lana mineral ⁽¹⁾				
		YL	placa de yeso laminado, suspendida mediante tirantes metálicos				
		PES	placa de escayola, suspendida mediante tirantes de estopa				
Código	Sección	espesor			HE ⁽²⁾	HR ⁽³⁾⁽⁴⁾	
		placa (mm)	MW (mm)	C (mm)	R _{TS} (m ² K/W)	ΔR _A ⁽⁵⁾ (dBA)	ΔL _W (dB)
T01		15	—	≥ 100	0,22	5	5
			≥ 50	≥ 100	0,22+R _{AT}	13	9
				≥ 150		15	
				≥ 80	≥ 100	0,22+R _{AT}	14
			≥ 150	15			
		2x12,5	≥ 50	≥ 100	0,22+R _{AT}	14	9
			≥ 150	15			

Se instala aislante de 8 cm de espesor en lana mineral. La conductividad térmica del lana mineral es $\lambda = 0,05 \text{ W / m} \cdot \text{K}$ por lo que la R_{AT} será:

$$R_{AT} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0.08 \text{ m}}{0.05 \text{ W/mK}} = 1.6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}}$$

Por lo que la R_{TS} será: $R_{TS} = 0.22 + 1.6 = 1.82$.

Teniendo ya todas las resistencias térmicas correspondientes a los materiales aislantes de suelo y techo, sacamos las transmitancias térmicas.

$$U = \frac{1}{0.2 + 0.401578 + 1.82 + 0.32} = 0.364753 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{K}} \quad \text{SUELO}$$

$$U = \frac{1}{0.34+0.4015578+0.32+1.82} = 2.4242 \frac{w}{m^2k} \quad \text{TECHO}$$

Coeficientes de transmisión en Puertas y ventanas.

Puertas: Se instalarán puertas de madera maciza para las cuales se utiliza un coeficiente de transmisión aproximado de $U = 2.91 \frac{w}{m^2k}$

Ventanas: Se instalará doble ventanal con perfiles de PVC para los cuales se utilizará un coeficiente de transmisión aproximado de $U = 2.1 \frac{w}{m^2k}$

CUBIERTA:

La cubierta será plana, transitable, ventilada y con solado fijo. Según el CTE la cubierta estará formada por las siguientes capas:

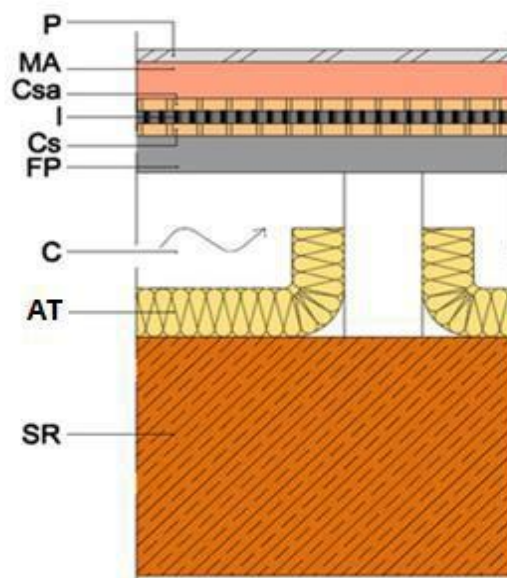


Figura 3.9.5.2.1.1 – Partes de la cubierta

- P: Capa de protección. Solado fijo.
- MA: Material de agarre (mortero).
- Csa: Capa separadora bajo protección.

- I: Capa de impermeabilización.
- Cs: Capa separadora. Se dispondrá cuando deba evitarse la adherencia o el contacto entre capas.
- C: Cámara de aire ventilada.
- AT: Aislante térmico.
- FP: Formación de pendientes.
- SR: Soporte resistente.

Consiste en una disposición convencional donde el solado fijo se dispone sobre una capa de nivelación que puede ser de mortero, lecho de arena, etc. Consta de una capa de impermeabilización y dos capas separadoras. Como base se presenta un soporte resistente, ya sea un forjado unidireccional, reticular o una losa. Sobre éste se encuentra la capa de aislante ocupando parte del espacio de la cámara de aire.

$$U_{cubierta} = 0,469 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Los coeficientes de transmisión usados quedan resumidos en la siguiente tabla:

CERRAMIENTOS	U(W/m ² °C)
MURO EXTERIOR	0,4041
MURO INTERIOR	2,4242
VENTANA	2,1
SUELO PLANTA	0,3648
TECHO PLANTA	0,347
PUERTA	2,91
CUBIERTA	0,469

Tabla 3.9.5.2.1.1

3.9.5.2.2 Coeficientes de orientación

Es un coeficiente que se aplicará a cada local en función de la orientación en la que esté situada su fachada.

S	SO	O	NO	N	NE	E	SE	ORIENTACIÓN
0	7	15	22	25	18	12	7	%

Tabla 3.9.5.2.2.1 Coeficientes de orientación

3.9.5.2.3 Coeficientes de intermitencia

Se aplica teniendo en cuenta las interrupciones de servicio.

CCOEFIENTES DE INTERMITENCIA	
VIVIENDAS	10%

Tabla 3.9.5.2.3.1 Coeficientes de intermitencia

3.9.5.3 Temperaturas de diseño

Las temperaturas de cálculo se han obtenido de acuerdo a lo especificado en la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto (IDAE).

Guía técnica

Condiciones climáticas exteriores de proyecto

Provincia	Estación	Indicativo
A Coruña	A Coruña (Estación completa)	1387

UBICACIÓN: CENTRO CIUDAD

Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T. seca	Hum. relativa	T. terreno	Rad
58	43°22'02"	08°25'10"W	87.600 (1998-2007)	(2)18.980 (1998-2007)	14.600 (1998-2007)	58.384 (1998-2007)

CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS 99,6 (°C)	TS 99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
0,6	4,4	5,6	8,0	77	21,6

CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS 0,4 (°C)	THC 0,4 (°C)	TS 1 (°C)	THC 1 (°C)	TS 2 (°C)	THC 2 (°C)	OMDR (°C)
34,5	26,0	20,5	24,3	19,8	23,0	19,2	10,8

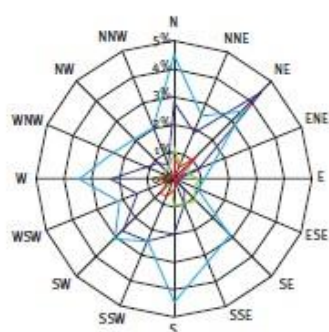
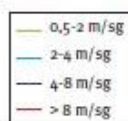
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH 0,4 (°C)	TSC 0,4 (°C)	TH 1 (°C)	TSC 1 (°C)	TH 2 (°C)	TSC 2 (°C)
20,6	26,1	19,8	24,8	19,2	23,6

VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TASOL (°C)	GD 15 (°C)	GD 20	GDR 20	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	11,0	11,8	128	280	0	1,5	10,6
Febrero	10,9	12,0	119	257	0	2,5	10,9
Marzo	12,5	13,6	89	234	1	3,4	12,7
Abril	12,7	13,7	77	219	0	4,6	14,3
Mayo	14,9	15,8	34	160	2	5,6	17,1
Junio	17,6	18,5	5	86	12	6,2	20,1
Julio	18,8	19,7	1	53	16	6,2	21,6
Agosto	19,5	20,4	0	38	21	5,6	22,1
Septiembre	18,4	19,7	2	60	13	4,2	20,6
Octubre	16,2	17,4	18	123	5	2,5	17,5
Noviembre	13,0	14,0	71	210	0	1,6	13,7
Diciembre	11,4	12,3	116	267	0	1,3	11,2

Rosa de los vientos: velocidad media 3,43 m/s

Valores normales. Periodo 1971-2000. A Coruña
Rosa de los vientos. Anual

Calmas: 17%

Tabla 3.9.5.3.1 Condiciones climáticas exteriores en A Coruña.

Datos referidos a calefacción:

- TS (99,6 %): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99,6%.

- TS (99%): temperatura seca (°C) de la localidad con un percentil del 99%.
- TSMIN: temperatura seca (°C) mínima registrada en la localidad.
- OMDC: oscilación media diaria (°C) (máxima-mínima diaria) de los días en los que alguna de sus horas están dentro del nivel percentil del 99%.
- HUMcoin: Humedad relativa media coincidente (%) (se da a la vez que se tiene el nivel percentil del 99% en temperatura seca).

El resto de valores de temperaturas de diseño se han obtenido de acuerdo a lo especificado en el RITE para la temperatura interior y de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Meteorología para la exterior los resultados obtenidos son los que se resumen en la siguiente tabla:

TEMPERATURAS DE DISEÑO	
Text	5,6
Tint	21
T lo. No calef.	12
Tsuelo	12
T techo	13

Tabla 3.9.5.3.2 temperaturas de diseño

3.9.5.4 Cargas térmicas

Son las pérdidas caloríficas que se producen en los locales objeto de instalación. Estas, se dividen en 3 tipos:

- Pérdidas por transmisión
- Pérdidas por ventilación
- Pérdidas por puentes térmicos

Aplicando los coeficientes anteriormente descritos y calculados, sacaremos estas pérdidas para posteriormente sumándolas, definir las características y dimensiones concretas de la instalación.

3.9.5.4.1 Pérdidas por Transmisión en los Cerramientos

La fórmula usada para el cálculo de las perdidas por transmisión es la siguiente:

$$Q_t = S_x K_x (T_i - T_e) K \quad (3.9.5.4.1.1)$$

Donde:

- QT= pérdida por transmisión
- S= superficie del cerramiento
- K= coeficiente de transmisión del cerramiento
- Ti= temperatura interior del edificio
- Te= temperatura exterior

3.9.5.4.2 Pérdidas por Ventilación

La fórmula usada para el cálculo de las perdidas por transmisión es la siguiente:

$$Q_v = n \times C_p \times \rho \times \eta \times (T_i - T_e) \quad (3.9.5.4.2.1)$$

Donde:

- Qv= pérdida por ventilación
- n= Número de personas
- Cp= calor específico del aire (0.24 kcal/kg×°C)
- ρ =densidad del aire (1.205 kg/m3)

η =número de renovaciones por hora

Ti= temperatura interior del edificio

Te= temperatura exterior

3.9.5.4.3 Pérdidas por Puentes Térmicos

La fórmula usada para el cálculo de las perdidas por transmisión es el siguiente:

$$Q_p = L \times \varphi \times (T_i - T_e) \quad (3.9.5.4.3.1)$$

Donde:

Qp= pérdida por puentes térmicos

L= longitud del puente térmico

φ = coeficiente de transmisión (W/m.°C)

Ti= temperatura interior del edificio

Te= temperatura exterior

3.9.5.5 Resultados obtenidos

A continuación, se describirán los cálculos detallados para la vivienda A de la primera planta.

El resto de viviendas, se calculan utilizando el mismo método.

Al final del anexo se exponen todos los resultados.

VIVIENDA A primera planta:

DORMITORIO 2					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U(W/m² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	17	0,4041	5,6	21	105,79
MURO INTERIOR	18,425	2,4242	12	21	401,99
SUELO PLANTA	13,4	0,3648	12	21	43,99
TECHO PLANTA	13,4	0,347	12	21	41,85
VENTANA	2,025	2,1	5,6	21	65,49
PUERTA	3,28	2,91	12	21	85,90
TOTAL					745,02

PERDIDAS POR VENTILACION:			$Q_v = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$			
PERSONAS	c_p (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m³)	η (m³h)	T_i (°C)	T_e (°C)	Q_v (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		$Q_p = L \cdot \phi \cdot (T_i - T_e)$			
TIPO:	LONGITUD (m)	ϕ (W/m °C)	T_e (°C)	T_i (°C)	Q_p (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	5,6	21	0,00
Esquina saliente	2,5	0,16	5,6	21	6,16
Pilar	2,5	0,77	5,6	21	29,65
Union solera pared exterior	1,7	0,13	5,6	21	3,40
Hueco ventana	5,74	0,27	5,6	21	23,87
TOTAL					63,08

CARGA TERMICA TOTAL:			Q_{TOTAL} (W)		
$Q_{t,o}$ (W)	Q_v (W)	Q_p (W)	Z_{is}	Z_o	Q_{TOTAL} (W)
745,02	447,14	63,08	0,1	0,18	1606,70
TOTAL					1606,70

DORMITORIO 1					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			$Q_t = S \cdot U \cdot (T_i - T_e)$		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U (W/m² °C)	T_e (°C)	T_i (°C)	$Q_{t,o}$ (W)
MURO EXTERIOR	16,25	0,4041	5,6	21	101,13
MURO INTERIOR	14,25	2,4242	12	21	310,90
SUELO PLANTA	10,35	0,3648	12	21	33,98
TECHO PLANTA	10,35	0,347	12	21	32,32
VENTANA	1,75	2,1	5,6	21	56,60
PUERTA	1,64	2,91	12	21	42,95
TOTAL					577,88

PERDIDAS POR VENTILACION:			$Q_v = n \cdot c_p \cdot \rho \cdot \eta \cdot (T_i - T_e) \cdot 1,162$			
PERSONAS	c_p (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m³)	η (m³h)	T_i (°C)	T_e (°C)	Q_v (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	2,67	0,46	5,6	21	18,91
Esquina saliente	2,5	0,16	5,6	21	6,16
Pilar	2,5	0,77	5,6	21	29,65
Union solera pared exterior	2,67	0,13	5,6	21	5,35
Hueco ventana	5,3	0,27	5,6	21	22,04
TOTAL					82,10

CARGA TERMICA TOTAL:			Q _{TOTAL} (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z _{is}	Zo	Q _{TOTAL} (W)
577,88	447,14	82,10	0,1	0,18	1417,11
TOTAL					1417,11

COCINA - TENDEDERO					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M²)	U(W/m² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	8,175	0,4041	5,6	21	50,87
MURO INTERIOR	29,625	2,4242	12	21	646,35
SUELO PLANTA	10,75	0,3648	12	21	35,29
TECHO PLANTA	10,75	0,347	12	21	33,57
VENTANA	1,25	2,1	5,6	21	40,43
PUERTA	3,28	2,91	12	21	85,90
TOTAL					892,42

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.Cp.p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m³)	η (m³h)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	1,57	0,46	5,6	21	11,12
Esquina saliente	0	0,16	5,6	21	0,00

Pilar	0	0,77	5,6	21	0,00
Union solera pared exterior	1,57	0,13	5,6	21	3,14
Hueco ventana	4,5	0,27	5,6	21	18,71
TOTAL					32,98

CARGA TERMICA TOTAL:			Q _{TOTAL} (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z _{IS}	Z _O	Q _{TOTAL} (W)
892,42	447,14	32,98	0,1	0,18	1756,84
TOTAL					1756,84

BAÑO 1					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M ²)	U(W/m ² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	0	0,4041	5,6	21	0,00
MURO INTERIOR	20,5	2,4242	12	21	447,26
SUELO PLANTA	4,75	0,3648	12	21	15,60
TECHO PLANTA	4,75	0,347	12	21	14,83
VENTANA	0	2,1	5,6	21	0,00
PUERTA	1,64	2,91	12	21	42,95
TOTAL					520,65

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.c _p .p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m ³)	η (m ³ h)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	5,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	5,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	5,6	21	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	5,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	5,6	21	0,00
TOTAL					0,00

CARGA TERMICA TOTAL:			Q _{TOTAL} (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z _{is}	Z _o	Q _{TOTAL} (W)
520,65	447,14	0,00	0,1	0,18	1238,76
TOTAL					1238,76

BAÑO 2					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			Qt = S.U.(Ti-Te)		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M ²)	U(W/m ² °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qt,o (W)
MURO EXTERIOR	6,675	0,4041	5,6	21	41,54
MURO INTERIOR	12,125	2,4242	12	21	264,54
SUELO PLANTA	3,95	0,3648	12	21	12,97
TECHO PLANTA	3,95	0,347	12	21	12,34
VENTANA	0	2,1	5,6	21	0,00
PUERTA	1,64	2,91	12	21	42,95
TOTAL					374,34

PERDIDAS POR VENTILACION:			Qv = n.c _p .p.η.(Ti-Te).1,162			
PERSONAS	cp (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m ³)	η (m ³ h)	Ti (°C)	Te (°C)	Qv (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		Qp = L.φ.(Ti-Te)			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	Te (°C)	Ti (°C)	Qp (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	5,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	5,6	21	0,00
Pilar	5	0,77	5,6	21	59,29
Union solera pared exterior	0	0,13	5,6	21	0,00
Hueco ventana	0	0,27	5,6	21	0,00
TOTAL					59,29

CARGA TERMICA TOTAL:			Q _{TOTAL} (W)		
Qt,o (W)	Qv (W)	Qp (W)	Z _{is}	Z _o	Q _{TOTAL} (W)
374,34	447,14	59,29	0,1	0,18	1127,37
TOTAL					1127,37

SALÓN - COMEDOR					
PERDIDAS POR TRANSMISION TERMICA:			$Q_t = S.U.(T_i - T_e)$		
CERRAMIENTOS	SUPERFICIE (M ²)	U(W/m ² °C)	T _e (°C)	T _i (°C)	Q _{t,o} (W)
MURO EXTERIOR	8,5	0,4041	5,6	21	52,90
MURO INTERIOR	34	2,4242	12	21	741,81
SUELO PLANTA	17,7	0,3648	12	21	58,11
TECHO PLANTA	17,7	0,347	12	21	55,28
VENTANA	2,03	2,1	5,6	21	65,69
PUERTA	1,64	2,91	12	21	42,95
TOTAL					1016,73

PERDIDAS POR VENTILACION:			$Q_v = n.c_p.p.\eta.(T_i - T_e).1,162$			
PERSONAS	c _p (Kcal/Kg.°C)	ρ (Kg/m ³)	η (m ³ h)	T _i (°C)	T _e (°C)	Q _v (W)
3	0,24	1,205	28,8	21	5,6	447,14
TOTAL						447,14

PERDIDAS POR PUENTES TERMICOS:		$Q_p = L.\phi.(T_i - T_e)$			
TIPO:	LONGITUD (m)	φ (W/m °C)	T _e (°C)	T _i (°C)	Q _p (W)
Encuentro suelo exterior-fachada	0	0,46	5,6	21	0,00
Esquina saliente	0	0,16	5,6	21	0,00
Pilar	0	0,77	5,6	21	0,00
Union solera pared exterior	0	0,13	5,6	21	0,00
Hueco ventana	5,75	0,27	5,6	21	23,91
TOTAL					23,91

CARGA TERMICA TOTAL:			Q _{TOTAL} (W)		
Q _{t,o} (W)	Q _v (W)	Q _p (W)	Z _{is}	Z _o	Q _{TOTAL} (W)
1016,73	447,14	23,91	0,1	0,18	1904,36
TOTAL					1904,36

	W	MJ/mes
--	---	--------

Suma de todas las habitaciones	8872,79	23764,88
--------------------------------------	---------	----------

Tabla 3.9.5.1 Resultados de la vivienda A primera planta

Consideramos que la demanda calorífica del vestíbulo y pasillo, se satisface con la aportación de las canalizaciones desde el colector hasta las diferentes estancias.

3.9.6 DIMENSIONADO DEL SUELO RADIANTE

A continuación, se describirán los cálculos detallados para la vivienda A de la primera planta. El resto de viviendas, se calculan utilizando el mismo método.

3.9.6.1 Ubicación de colectores y diseño de circuitos

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores se disponen en el recibidor debido a que es la zona más céntrica posible respecto a las estancias a las que da servicio. La longitud de cada tubería se calcula acorde a la expresión siguiente:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l \quad (3.9.6.1.1)$$

Donde:

- L= longitud del circuito de suelo radiante (m)
- A= Área a calefactar por el circuito (m²)
- e= distancia entre tubos (20 cm)
- l= distancia entre el colector y el área a calefactar

Utilizaremos tuberías Upnor con barreras antidifusión de oxígeno para uso residencial de $\phi=20 \times 1,9$. La separación entre tuberías será de 20 cm.

ESTANCIA	S climatizada (m ²)	Separación entre tuberías (m)	Distancia colector-estancia (m)	Longitud de tubería L (m)
Dormitorio 1	10,35	0,2	7,3	46,5
Dormitorio 2 - Baño	13,4	0,2	7	63,86
Baño 1	4,75	0,2	4	26,8
Cocina - Tendedero	10,75	0,2	2,2	52,5
Salón-comedor	17,7	0,2	1,9	76,8

Tabla 3.9.6.1 longitudes de tuberías vivienda A primera planta

3.9.6.2 Temperatura media superficial del pavimento

La temperatura media superficial del pavimento (T_{ms}) es función únicamente de la demanda térmica, que a efectos de simplificación de cálculos y en lo que sigue consideraremos igual a la carga térmica del local (Q) y de la temperatura interior de diseño del local (T_i). Se calcula de acuerdo a la siguiente expresión según la norma UNE-EN 1264:

$$q = 8,92(\theta_{f,m} - \theta_i)^{1,1} \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (3.9.6.2.1)$$

Donde:

- Q = carga térmica del local
- $\theta_{f,m}$ = T_{ms} = temperatura media superficial del pavimento
- θ_i = T_i = temperatura interior del local

Obtenemos los siguientes resultados de acuerdo a los valores de temperatura y carga térmica hallados en apartados anteriores:

ESTANCIA	Q (w/m ²)	Ti	Tms
Dormitorio 1	136,92	21	32,97
Dormitorio 2 – Baño 2	201,7	21	38,03
Baño 1	260,79	21	42,51
Cocina - Tendedero	163,43	21	35,06
Salón-comedor	107,59	21	30,62

Tabla 3.9.6.2 Temperaturas medias de la superficie vivienda A primera planta

3.9.6.3 Temperatura de impulsión

El salto térmico entre el agua del circuito impulsión y el de retomo se fija

en 10°C como máximo y 5°C en zonas de aseo y baños para dimensionar las condiciones más óptimas.

La temperatura media del agua en las tuberías emisoras (Tma), depende de la demanda térmica del local, la temperatura interior de diseño y del coeficiente de transmisión térmica (Kh), según la fórmula:

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H \quad (3.9.6.3.1)$$

Donde:

- Q= Demanda térmica
- $\Delta\theta_h = (T_{ma} - T_i)$

- $K_h=K_a$ = coeficiente de transmisión térmica el cual se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{K_a} = \frac{e}{k_s} + \frac{1}{h}$$

(3.9.6.3.2)

Donde:

- E= espesor de la capa
- K_s = conductividad térmica del material de la capa
- h= coeficiente de transmisión de calor del suelo= 10.8 según recomendación de la normativa UNE anteriormente mencionada.

La capa de mortero instalada encima de los tubos tiene un espesor de 45mm y el valor de K_s es de 1.4 W/m·°C para un mortero de cemento, con lo cual obtenemos una $K_h=K_a= 8.02$ W/m·°C.

Una vez calculada la temperatura de impulsión para cada circuito seleccionaremos la más desfavorable para aplicar a nuestra instalación. En nuestro caso se trata del Baño 1 como se puede comprobar en la siguiente tabla.

ESTANCIA	Q (w/m²)	Ti	K	Timp
Dormitorio 1	136,92	21	8,02	38,07
Dormitorio 2 – Baño 2	201,7	21	8,02	46,15
Baño 1	260,79	21	8,02	53,52
Cocina - Tendedero	41,38	21	8,02	40,79
Salón- comedor	34,41	21	8,02	38,73

Tabla 3.9.6.3.1 Temperaturas de impulsión vivienda A primera planta

Teniendo en cuenta que fijamos un salto térmico de 10°C como recomendación, obtendremos una temperatura de retorno de 43,52°.

3.9.6.4 Caudal de agua de los circuitos

El caudal del agua es función de la potencia térmica emitida y del salto

térmico entre el agua de impulsión y el de retorno. Como hemos prefijado que este salto térmico tiene un valor de 10°C, solamente será función de la potencia térmica emitida. Este cálculo se hará mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

$$Q = m \times C_p \times (T_{impulsión} - T_{retorno}) \quad (3.9.6.4)$$

Donde:

- m= caudal de agua (kg/h)
- Cp= calor específico del agua (1 kcal/kg °C)
- Timpulsión–Tretorno= salto térmico determinado previamente= 10°
- Q= cargatérmica de cada estancia (kcal/h)

Obtenemos los siguientes valores de caudal para cada estancia pudiendo ser regulados independientemente en cada tramo desde el colector hasta la zona.

ESTANCIA	Q (w)	Q(Kcal/h)	Δt	Cp	m (kg/h)
Dormitorio 1	1417,11	1218,5	10	1,00	141,71
Dormitorio 2 – Baño 2	2734,07	2350,88	10	1,00	273,41
Baño 1	1238,76	1065,14	10	1,00	123,87
Cocina - Tendedero	1756,84	1510,61	10	1,00	175,68
Salón- comedor	1904,36	1637,45	10	1,00	190,44

Tabla 3.9.6.4.1 Caudales de agua vivienda A primera planta

3.9.6.5 Selección de tuberías

El dimensionado de las tuberías se realiza tomando las siguientes recomendaciones para tuberías UPNOR evalPEX según su manual técnico, ya que son las seleccionadas para la instalación.

Para los circuitos de cada habitáculo se instalarán tuberías de Upnor con barreras anti difusión de oxígeno para uso residencial de $\varnothing=20 \times 1,9$ mm. La separación entre tuberías será de 15 a 20 cm según las necesidades del local en concreto.

Para las tuberías de distribución se debe considerar una velocidad máxima de 2 m/s y una pérdida de presión máxima de 367 Pa/m

Teniendo un caudal de demanda en la vivienda tipo de 905,11 kg/h (sumando todos los caudales anteriormente calculados) nos queda un total de 0.2514 l/s demandados, con lo que la instalación se realizará con unas tuberías de distribución para el caudal de impulsión total de $\varnothing=32 \times 2,9$ mm.

3.9.7 TABLA RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

Planta	Vivienda	Superficie (m ²)	Q(w)	Q(MJ/mes)
Primera	A	68,75	8872,79	23764,88
Primera	B	59,55	7582,07	20307,82
Primera	C	108,45	13255,96	35504,76
Segunda	A	68,65	8859,88	23730,31
Segunda	B	60,15	7658,46	20512,43
Segunda	C	108,45	13255,96	35504,76
Tercera	A	68,65	8859,88	23730,31
Tercera	B	60,15	7658,46	20512,43
Tercera	C	108,45	13255,96	35504,76
Cuarta	A	68,65	8859,88	23730,31
Cuarta	B	60,15	7658,46	20512,43
Cuarta	C	108,45	13255,96	35504,76
Quinta	A	68,65	8859,88	23730,31
Quinta	B	60,15	7658,46	20512,43
Quinta	C	108,45	13255,96	35504,76
Baja Dúplex	A	66	8517,88	22814,28
Baja Dúplex	B	75	9549,21	25576,60
Baja Dúplex	C	85,9	10499,65	28122,26
Alta Dúplex	A	55	7098,23	19011,90
Alta Dúplex	B	72,7	9256,36	24792,25
Alta Dúplex	C	66,55	8134,48	21787,38
TOTAL			201863,86	540672,16

Tabla 3.9.7.1 Total cargas térmicas calefacción

3.9.8 DIMENSIONADO DE LA CALDERA DE BIOMASA

La potencia de la caldera de biomasa se dimensiona teniendo en cuenta el consumo de agua caliente sanitaria (ACS) y el consumo para calefacción, además, se estimarán unas pérdidas de alrededor del 10% a lo largo del recorrido desde la misma hasta los diferentes consumos y en los sistemas de acumulación.

La potencia máxima consumida tanto para calefacción como para ACS, se calcula para el día más desfavorable del año, que se estima para un día del mes de Enero.

$$P = 1.1 \times (201863,86 + 41957) = 243820,86 \text{ W} \quad (3.8.4.4.2)$$

La potencia mínima de la caldera de biomasa deberá ser de 244 kW.



La caldera seleccionada se trata de una “*Pellet de la marca Biocalora Multifuel 250 kW*” de 250 kW de potencia térmica nominal. Se instalará en el cuarto de instalaciones 3 en el sótano 2 destinado especialmente para la caldera con una ventilación adecuada y que cumpla la normativa.

Se detallan a continuación las características técnicas de la caldera:

.

Datos técnicos		Pellet 25	Pellet 50E	Pellet 50H	Pellet 100	Pellet 200	Pellet 300
Potencia máxima	kW	21,4	32,2	40,8	80	124	250
Volumen aire calefactable	m³	200-350	600-900	600-900	1200-1800	2200-2800	3300-4800
Tipo combustible		Pellet DIN Ø 6 mm ÷ l = 5 - 30 mm					
Eficiencia	%	90	90,1	90,1	95,8	95,1	92,5
Conexión impulsión	"	1"1/2	2	2	2	2	2
Conexión retorno	"	1"1/2	2	2	2	2	2
Acceso contenedor ceniza	mm	235x225	235x225	235x225	350x300	415x400	415x400
Ø conexión salida humos	mm	132	150	150	200	250	300
Altura caldera	mm	1180	1170	1170	1390	1680	1700
Anchura caldera	mm	400	480	480	720	840	1085
Profundidad caldera	mm	500	640	640	870	1240	1680
Volumen agua	litros	40	68	68	156	411	650
Peso	kg	142	242	242	463	837	1500
Presión máxima de trabajo	bar	2	2	2	2	2	2
Temperatura máxima de trabajo	°C	90	90	90	90	90	90
Presión prueba	bar	4	4	4	4	4	4
Tiro mínimo chimenea	Pa	20	20	20	20	20	20
Dimensiones cámara combustión	mm	600x235x330	520x355x455	520x355x455	730x560x700	820x640x1000	800x890x1400
Voltaje		230 V-50 HZ					
Intercambiadores	nº	4	5	5	5	5	5
Eficiencia	%	89,2	90,1	90,1	95,8	95,1	92,5
Emisiones partículas	mg/m³	5,19	10,4	10,4	24,9	27,0	21,4
Emisiones CO	mg/m³	219,8	481	481	404,4	469,3	229,6
Emisiones NOx	mg/m³	139,2	114,7	114,7	128,5	122,9	127,2

Tabla 3.9.8.1 Datos técnicos de la caldera

3.9.8.1 Demanda de combustible

El combustible que utiliza la caldera seleccionada son pellets de biomasa, con las siguientes características.

Especificaciones del combustible (pélets)	
Longitud	5-30 mm (20% hasta 45 mm)
Diámetro	6 mm
Contenido de agua	max. 10 %
Peso a granel	aprox. 650 kg/m ³
Porcentaje de cenizas	max. 0,5 %
Porcentaje de polvo	max. 2,3 %
Contenido energético	4,9 kWh/kg

Tabla 3.9.8.1.1 Especificaciones del combustible

Se trata del combustible de mayor eficiencia térmica y más calidad, con lo cual la demanda energética va a ser menor que con otro tipo de combustible natural como por ejemplo madera, esto supondrá un ahorro sustancial a lo largo del año en la instalación.

El catálogo de Biocalora recomienda estimar 1m³ de pellet por cada kW de carga térmica al año, por lo tanto, estimaremos un silo que cubra la demanda de al menos un mes, para así realizar reposiciones mensuales.

244 kW anuales = 244 m³ año ~~244~~ m³ /12 meses = 20,33 m³/mes = 14,1 tn/mes

Se dispondrá de 2 silos de 7,1 toneladas cada uno para cubrir la demanda de 1 mes.

Los silos seleccionados son silos textiles XL 7.1t de la marca Biocalora.



DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	CAPACIDAD PELLET	IMAGEN
Tolvas metálicas	ancho x largo x alto	hasta...	
Tolva de 100 l	200 x 1000 x 1275 mm	65 kg	
Tolva de 400 l	500 x 1000 x 1270 mm	250 kg	
Tolva de 700 l	750 x 1000 x 1270 mm	450 kg	
Tolva de 1400 l	900 x 1330 x 1500 mm	900 kg	
Silos textiles*			
Silo textil 1 t	1000 x 1000 x 2000 mm	1 t	
Silo textil 3 t	2240 x 2240 x 2000 mm	3 t	
Silo textil 4 t	2240 x 2240 x 2530 mm	4 t	
Silo textil ST 2,5 t	2000 x 2000 x 2100 mm	2,5 t	
Silo textil ST 3 t	2500 x 2200 x 2100 mm	3 t	
Silo textil ST 3,5 t	2500 x 2500 x 2100 mm	3,5 t	
Silo textil ST 4 t	3100 x 2500 x 2200 mm	4 t	
Silo textil XL 3,9 t	2500 x 1900 x 2100 mm	3,9 t	
Silo textil XL 4,8 t	2500 x 2200 x 2100 mm	4,8 t	
Silo textil XL 6,3 t	3100 x 2500 x 2100 mm	6,3 t	
Silo textil XL 7,1 t	3600 x 2500 x 2100 mm	7,1 t	
*En las instalaciones con silo textil de más de 1 t, se recomienda la instalación de una tolva intermedia para evitar posibles problemas de obturación por serrín cuando el combustible es pellet.			

Tabla 3.9.8.1.2 Datos técnicos del silo

3.9.9 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión es un elemento importante en una instalación de calefacción. Sirve para absorber la variación de volumen de agua cuando se calienta o se enfría la instalación. Elegir un vaso de expansión demasiado pequeño o con falsa presión nominal origina daños en la instalación y un mal funcionamiento.

Cuando se utiliza intercambiador de calor se debe colocar un vaso en el primario y otro en el secundario.

Por estos motivos se hace imprescindible un cálculo del vaso de expansión para cada instalación de calefacción. Como la vida del vaso de expansión no es eterna debe ser controlado por el servicio técnico en la revisión anual y se sustituirá si se ha perforado la membrana.

Para determinar el valor del volumen de dilatación, del tamaño del vaso de expansión y de la presión de llenado en estado frío, se debe conocer los siguientes datos de la instalación.

- VA: Cantidad total de agua en la instalación en litros. Para la tubería empleada de Pex reticulado de dimensiones 20 x 1,9 mm., es de 0,113 litros/mlineal o de 0,75litros/m2.

$$VA = A \cdot 0,75 = 1606,9 \cdot 0,75 = 1205,17 \text{ litros}$$

- TV: Temperatura máxima de entrada de agua o del limitador.[°C]. Para este trabajo se consideró una TV = 60°C. Este valor es necesario para obtener el factor De corrección n según establece el manual técnico de instalación Polytherm.
- PA: Presión absoluta máxima de servicio [bar]. Se considera una PA=3bar.
- Pstat[bar]: Presión absoluta estática entre el punto más bajo y más alto de la instalación [bar]. Se considera un valor fijo Pstat = 1 bar.

Partiendo de estos datos, se calcula el volumen de dilatación mediante la siguiente expresión:

$$V \text{ dilatación} = \frac{VA \cdot n}{100} = (1205,17 \times 0,96) / 100 = 11,57 \text{ l}$$

Donde:

V: Volumen de dilatación [litros]

VA: Cantidad total de agua en la instalación [litros]

n: factor de corrección el cual se obtiene en función de la temperatura de entrada a partir de la Tabla 21.

TV [°C]	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
n [%]	0,40	0,58	0,75	0,96	1,17	1,42	1,67	2,24	2,86	3,55

Tabla 3.9.9.1 Factor de corrección n en función de la temperatura de entrada TV

Una vez conocido el volumen de dilatación, se halla el factor de presión para posteriormente determinar el volumen del vaso de expansión.

Cálculo del factor de presión:

$$f \text{ presión} = \frac{PA - Psist}{PA} = \frac{3 - 1}{3} = 0.666$$

Cálculo del volumen nominal del vaso de expansión:

$$V_{\text{nominal}} = \frac{V_{\text{dilatación}}}{f_{\text{presión}}} = \frac{11,57}{0,666} = 17,37 \text{ LTS.}$$

Donde:

V nominal: Volumen nominal del vaso de expansión [litros].

V dilatación: Volumen de dilatación [litros].

f presión: Factor de presión.

Por último se procederá al cálculo de la presión de llenado de la instalación. Esto significa que se determinará la presión de llenado para que cuando la instalación esté fría el vaso de expansión pueda absorber un volumen adicional de acumulación de aproximadamente el 25% del volumen de dilatación.

$$V_{\text{adicional}} = V_{\text{nominal}} \times 0,25 = 17,37 \times 0,25 = 4,34 \text{ LTS.}$$

Por lo tanto, el volumen total de dilatación, es la suma del volumen de dilatación y del volumen adicional:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{adicional}} + V_{\text{dilatación}} = 4,34 + 11,57 = 15,91 \text{ LTS.}$$

Finalmente, sabiendo el volumen total de dilatación, se puede hallar la presión del llenado de la instalación mediante la siguiente expresión:

$$P_{\text{llenado}} = \frac{P \times V_{\text{total}}}{V_{\text{total}} - V_{\text{adicional}}} = \frac{1 \times 15,91}{11,57} = 1,37 \text{ Bars absolutos y } 0,37 \text{ efectivos}$$

A la vista de los resultados obtenidos, para el correcto funcionamiento de la instalación bastará con instalar un vaso de expansión con un volumen superior al volumen nominal obtenido.

El depósito de expansión elegido a instalar en la sala de calderas será de 50 litros de capacidad marca DIRENOVA modelo ERE CE-50, obtenido del catálogo de proveedores de la empresa.

VASOS E INTERCAMBIADORES - VIDROS E INTERCAMBIADORES

VASOS DE EXPANSIÓN - Vidros da expansão

Vasos de expansión para calefacción

Vasos de expansión con membrana fija para instalaciones de circuitos cerrados de calefacción. Se suministra precargado.

Nota: de 750 lts a 5000 lts material bajo pedido.

Con la marca CE de acuerdo con el directiva, PED 97/23/CE

-Membrana: SBR no apto agua potable

-Temperatura sistema : -10°C a +100°C

-Color: rojo

-Precarga:

- 6 lt a 400 lts 1,5 bar
- 500 lts a 5000 lts 2,5 bar

Referencia	Código	Descripción	Cantidad	PVP/€
ERE 6	06820006C	6 lts Pmax 4 bar 3/4" G SBR	1	26,10
ERE 8	06820008WC	8 lts Pmax 4 bar 3/4" G SBR	1	29,20
ERE 12	06820012WC	12 lts Pmax 4 bar 3/4" G SBR	1	35,70
ERE CE 18	06820018WC	18 lts Pmax 3,5 bar 3/4" G SBR	1	40,00
ERE CE 24	06820024WC	24 lts Pmax 3,5 bar 3/4" G SBR	1	51,15
ERE CE 35	06820035C	35 lts Pmax 5 bar 3/4" G SBR	1	73,10
ERE CE 50 pie	06820050002C	50 lts Pmax 6 bar con patas 3/4" G SBR	1	111,40
ERE CE 50	06820050C	50 lts Pmax 6 bar 3/4" G SBR	1	86,70
ERE CE 80	06820080C	80 lts Pmax 6 bar 3/4" G SBR	1	140,00

Tabla 3.9.9.2 tabla de la casa Direnova sobre los diferentes modelos de vasos de expansión

3.9.10 CÁLCULO DEL ACUMULADOR

Según el fabricante se necesitan 12,5 l por kW de potencia, por lo que sabiendo que nuestra potencia son 202 kW, tenemos que:

$$12,5 \text{ l/kw} \times 202 \text{ kw} = 2525 \text{ l}$$

Nuestro depósito de inercia será de 3000 litros. Depósito de inercia Merkasol AICV009.



Figura 3.9.10.1 Acumulador de la casa Merkasol AICV009

Dimensiones (mm)

Modelo	Volumen (l)	A	B	D	I	K	L	xx	zz	Peso (Kg)
AICV003	300	500	215	595	975	1355	1560	700	1635	90
AICV004	500	650	330	710	1090	1470	1700	850	1775	120
AICV005	750	790	335	715	1095	1475	1725	990	1800	170
AICV006	1000	790	280	805	1335	1860	2115	990	2190	190
AICV007	1500	1.000	390	750	1310	1770	2090	1200	2165	240
AICV008	2000	1.100	390	950	1510	2070	2405	1300	2480	330
AICV009	3000	1.250	390	1020	1650	2280	2645	1450	2720	400
AICV010	4000	1.500	470	1030	1590	2150	2575	1700	2645	460
AICV011	5000	1.600	465	1095	1725	2355	2795	1800	2870	555

Figura 3.9.10.2 Características del acumulador AICV009

3.9.11 CÁLCULO DE LA BOMBA

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación, o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura mano-métrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q , cuya relación viene determinado por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La selección más adecuada de una estación solar o grupo de bombeo en una instalación solar, requiere valorar la pérdida de carga generada en la instalación y el caudal de circulación que deberá mover la bomba.

La pérdida de carga a considerar en un circuito de primario es:

- Pérdida de carga en la tubería.
- Pérdida de carga en el campo de colectores.
- Pérdida de carga en los sistemas de transferencia (intercambiadores, serpentines).
- Pérdidas de carga adicionales generadas en la válvulas o accesorios del circuito.

La bomba debe ser capaz de hacer circular el fluido en estado frío. Las bombas se montarán en las zonas más frías del circuito, teniendo en cuenta que no se produzca ningún tipo de cavitación y siempre con el eje de rotación en posición horizontal, para evitar que se acumule agua en el rodete.

En instalaciones de más de 50 m², se montarán dos bombas idénticas en paralelo dejando una en reserva. El funcionamiento automático o manual, deberá ser alterno con el fin de que el desgaste sea proporcional.

En instalaciones pequeñas (menos de 20 m²) la potencia eléctrica de la bomba será de 50 W o 2% de la mayor potencia calorífica que pueda suministrar el grupo de captadores. En instalaciones grandes, la potencia eléctrica máxima de la bomba será del 1%.

$$H = Pdc_{tuberias} + Pdc_{intercambiador} + Pdc_{captadores} + Pdc_{adicionales} \quad (3.9.11.1)$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor $P_{dc_{intercambiador}}$, y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H , se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño.

Se **selecciona dos bombas** de impulsión para nuestra instalación en función de los datos calculados es la “Grupo de presión MQ GRUNDFOS”.



Figura 3.9.11.1 Características de la bomba MQ GRUNDFOS

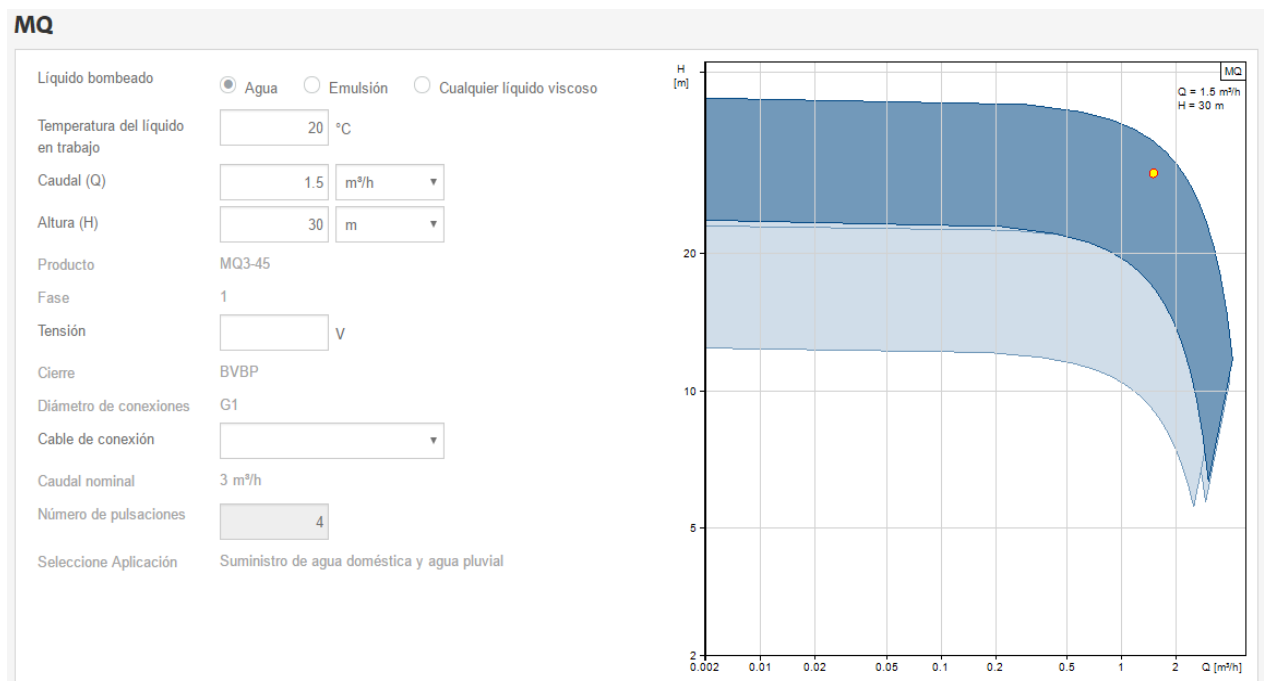


Tabla 3.9.11.2 Datos técnicos de la bomba

Y **1 bomba de circulación para cada vivienda (18 bombas)**, la bomba seleccionada para nuestra instalación en función de los datos calculados es la “Alpha Solar del grupo GRUNDFOS” con la siguiente tabla de características:

ALPHA SOLAR 25-145	Mín. PWM	2	0,04
	Mín.	20	0,40
	Máx.	60	0,58

DATOS TÉCNICOS	
Caudal máximo	3 m ³ /h
Altura máxima	14,5 m
Máxima temperatura del líquido	2-110 °C a una T. ambiente de 70 °C 2-130 °C a una T. ambiente de 60 °C
Presión máxima del sistema	10 bar
Máximo nivel de glicol	50% máx. 10 mm ² /s de viscosidad

Tabla 3.9.11.3 Datos técnicos de la bomba Alpha Solar 25 - 145



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

Anexo X

INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

ÍNDICE ANEXO X: INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

3.10 INSTALACIÓN DE GEOTÉRMICA	5
3.10.1 OBJETIVO.....	5
3.10.2 DISEÑO.....	5
3.10.3 CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO	6
3.10.4 ANÁLISIS DE RIESGOS.....	6
3.10.5 GEOTERMIA Y DISEÑO.....	7
3.10.5.1 Geotermia.....	7
3.10.5.2 Geología.....	9
3.10.5.3 Características térmicas del terreno.....	13
3.10.5.4 Diseño y dimensionamiento de la instalación geotérmica.....	14
3.10.5.5 Principio de funcionamiento	15
3.10.5.6 Evolución de la temperatura con la profundidad	18
3.10.5.7 Estimación de la temperatura del terreno.....	18
3.10.5.8 Conductividad.....	21
3.10.6 EJECUCIÓN.....	23
3.10.6.1 PERFORACIÓN	23
3.10.6.1.1 Habilitación de la empresa perforadora	24
3.10.6.1.2 Tramitación administrativa de los trabajos de perforación	24
3.10.6.1.3 Maquinaria de perforación.....	24
3.10.6.1.4 Gestión de los detritus, lodos y aguas	24
3.10.6.1.5 Medidas de seguridad	25
3.10.7 INSTALACIÓN DEL INTERCAMBIADOR GEOTÉRMICO	25
3.10.7.1 Entubación	25
3.10.7.1.1 Tubería del intercambiador geotérmico.....	25
3.10.7.1.2 Temperaturas límite de trabajo	26

3.10.7.1.3 Uniones	26
3.10.7.1.4 Elementos complementarios	26
3.10.7.1.5 Procedimiento de instalación	27
3.10.8 PRUEBAS	27
3.10.8.1 Pruebas durante la fabricación.....	27
3.10.8.2 Pruebas durante la recepción	27
3.10.8.3 Pruebas durante la instalación	28
3.10.9 RELLENO Y MACIZADO DL TERRENO	28
3.10.9.1 Características mínimas del relleno a emplear	28
3.10.9.2 Procedimiento para el sellado del intercambiador geotérmico.....	29
3.10.9.3 Controles y verificaciones	30
3.10.9.4 Cierre.....	30
3.10.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE LAS VIVIENDAS.....	30
3.10.11 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR	30
3.10.12 FLUIDO REFRIGERANTE	31
3.10.13 ENSAYO DE RESPUESTA TÉRMICA DEL TERRENO.....	33
3.10.14 DIMENSIONAMIENTO DEL SONDEO	34
3.10.14.1 Perforaciones y sondas.....	34
3.10.14.2 Fluido caloportador.....	36
3.10.14.3 Longitud en profundidad de sondeos	37
3.10.14.4 Cálculo de caudal específico de extracción de calor	38
3.10.14.5 Cálculo de pérdidas de carga de los diferentes tramos	42
3.10.15 CONDUCCIONES, COLECTORES Y GRUPO HIDRÁULICO	44
3.10.15.1 Características generales del circuito	44
3.10.15.2 Condiciones.....	44
3.10.15.3 Tendido	45
3.10.15.4 Colectores, cámaras y arquetas.....	46
3.10.15.5 Elementos auxiliares	47

3.10.15.6 Prueba, limpieza y purgado.....	47
3.10.15.7 Elementos de medida, monitorización	48
3.10.16 PREPARACIÓN DEL SISTEMA PARA PUESTA EN MARCHA.....	49
3.10.16.1 Comprobación de elementos de la sala de máquinas	49
3.10.16.2 Llenado de la instalación.....	50
3.10.16.3 Prueba de presión de la sala de máquinas o técnica.....	50
3.10.16.4 Limpieza y purgado	50
3.10.16.5 Prueba de caudal y equilibrado hidráulico	51
3.10.17 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN	51
3.10.17.1 Puesta en marcha del circuito de intercambio geotérmico.....	51
3.10.17.2 Puesta en marcha del sistema geotérmico	51
3.10.17.3 Información al cliente	52
3.10.17.4 Mantenimiento básico	52
3.10.18 SISTEMA DE CONTROL	53
3.10.18.1 Configuración de la instalación	55
3.10.18.2 Sistema de medida.....	56

3.10 INSTALACIÓN DE GEOTÉRMICA

3.10.1 OBJETIVO

Como objeto se llevará a cabo el diseño y cálculo de una instalación geotérmica de muy baja entalpía que abastezca las necesidades de calefacción y refrigeración de la vivienda. Para ello se determinará el modelo de bomba de calor geotérmica más adecuado en función de las demandas de calefacción y refrigeración y el número de sondeos geotérmicos necesarios y su profundidad, y el diseño de la instalación de suelo radiante.

Para conseguir el objetivo planteado se utilizará, mediante energía geotérmica, y a su vez, un sistema de energía auxiliar consistente en una caldera de biomasa, tal y como exige el Código Técnico de la Edificación en su documento básico HE sección 4.

3.10.2 DISEÑO

Los datos mínimos de partida, criterios de dimensionamiento del intercambiador térmico enterrado y procedimiento de diseño necesarios, deben ser diferentes en función de la complejidad de la instalación geotérmica proyectada.

Se distinguen en esta norma tres tipos de instalaciones: A, B y C. Una vez la instalación se ajusta a los criterios de uno de los tres tipos definidos a continuación, se deben seguir las exigencias de dimensionamiento, procedimiento y documentación correspondientes a esa tipología.

Se establecen tres tipos de instalaciones según la norma seguida UNE 100715-1 con distintos requerimientos en función de la potencia prevista de las bombas de calor:

- a) Tipo A. Instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado vertical con una potencia térmica de la instalación inferior a 30 kW.
- b) Tipo B. Instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado vertical con una potencia térmica de la instalación comprendida entre 30 kW y 70 kW.
- c) Tipo C. Instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado vertical con una potencia térmica de la instalación superior a 70 kW.

La potencia térmica se debe considerar como la suma de las potencias de los generadores individuales.

En los cálculos justificados en este presente anexo se decide que es una instalación de tipo C.

3.10.3 CARACTERIZACIÓN DEL TERRENO

El diseño de los sistemas de intercambio geotérmico debe basarse en un conocimiento suficientemente detallado del terreno. Para ello, se debe recopilar la información disponible para obtener las características geológicas e hidrogeológicas básicas de la zona de trabajo.

Los trabajos previos a la construcción del sistema de intercambio geotérmico deben ser proporcionales a la potencia, complejidad y posibilidad de afección de la instalación prevista. Los trabajos deben tener el alcance necesario para asegurar el mínimo impacto de las actuaciones previstas al medio ambiente y/o a otros posibles usuarios de los recursos naturales.

La columna litológica permite seleccionar el método de perforación y estimar los parámetros térmicos del terreno que deben ser conocidos para el diseño de la instalación.

Se deben proporcionar los siguientes datos del terreno para el dimensionamiento de la instalación en función de su tipología:

Instalaciones tipo A.: La información mínima a recoger debe ser la litología que se prevé atravesar. Se puede realizar basándose en la cartografía geológica publicada siempre y cuando la escala empleada no sea inferior a 1:50 000 y/o a partir de fuentes contrastadas como informes, publicaciones o estudios cercanos al punto de perforación.

3.10.4 ANÁLISIS DE RIESGOS

Se debe realizar un análisis de riesgos en los que se incurre a la hora de instalar el Sistema de Intercambio Geotérmico Vertical (SIGV), como son:

1. Seguridad y salud en la obra.
2. Riesgo ambiental: afección a suministros de agua, manantiales, contaminación cruzada, mezclas de acuíferos no deseadas, etc.
3. Riesgo energético: mal diseño/ ejecución, sub o sobre estimación, bajo rendimiento, bajo confort.

4. Riesgo geotécnico: daños estructurales, en cimentaciones, en ferrocarriles, en carreteras.

Una vez analizados estos, se deben valorar soluciones técnicas o alternativas para hacerles frente.

3.10.5 GEOTERMIA Y DISEÑO

3.10.5.1 Geotermia

La energía geotérmica es la energía almacenada en forma de calor por debajo de la superficie sólida de la Tierra. Se tiene constancia que desde hace ya 20000 años, la humanidad se servía de este tipo de energía para cocinar, bañarse y otras tareas cotidianas. Sin embargo, en el cómputo total del consumo de energías renovables, el uso de la energía geotérmica es insignificante, al menos en España. Por ello, en nuestro país, la geotermia se trata de una gran desconocida.

Se denomina recurso geotérmico a la porción del calor que, desprendido desde el interior de la tierra, puede ser aprovechado por el hombre en condiciones técnicas y económicas. Por tanto, el objetivo de la geotermia es el aprovechamiento de esa energía calorífica del interior de la tierra.

Hasta ahora, la utilización de la energía geotérmica en el mundo ha estado limitada a áreas en las cuales las condiciones geológicas eran muy favorables. Pero los avances tecnológicos actuales en equipos y las mejoras en la prospección y perforación, permiten a la geotermia a día de hoy disponer de tecnología para la producción de energía a partir de recursos geotérmicos de temperaturas notablemente inferiores a las que se precisaban años atrás.

Las aplicaciones que se pueden dar a un fluido geotermal dependen de su contenido en calor, o lo que es lo mismo, de su entalpía. Como la entalpía es difícil de cuantificar y es más o menos proporcional a la temperatura, la práctica habitual ha generalizado la clasificación de los principales usos de energía geotérmica en función de la temperatura.

Así pues, se establecen las cuatro categorías siguientes para la energía geotérmica:

- **Alta temperatura:** más de 150 °C: Una temperatura superior a 150 °C permite transformar directamente el vapor de agua en energía eléctrica.

- **Media temperatura:** entre 90 y 150 °C: Permite producir energía eléctrica utilizando un fluido de intercambio, que es el que alimenta a las centrales.
- **Baja temperatura:** entre 30 y 90 °C: Su contenido en calor es insuficiente para producir energía eléctrica, pero es adecuado para calefacción de edificios y en determinados procesos industriales y agrícolas.
- **Muy baja temperatura:** menos de 30 °C: Puede ser utilizada para calefacción y climatización, necesitando emplear bombas de calor

Por lo que podemos observar y comentamos anteriormente, en nuestro caso se trata de muy baja temperatura ya que el objetivo es la producción de calefacción por suelo radiante para un edificio de 18 viviendas.

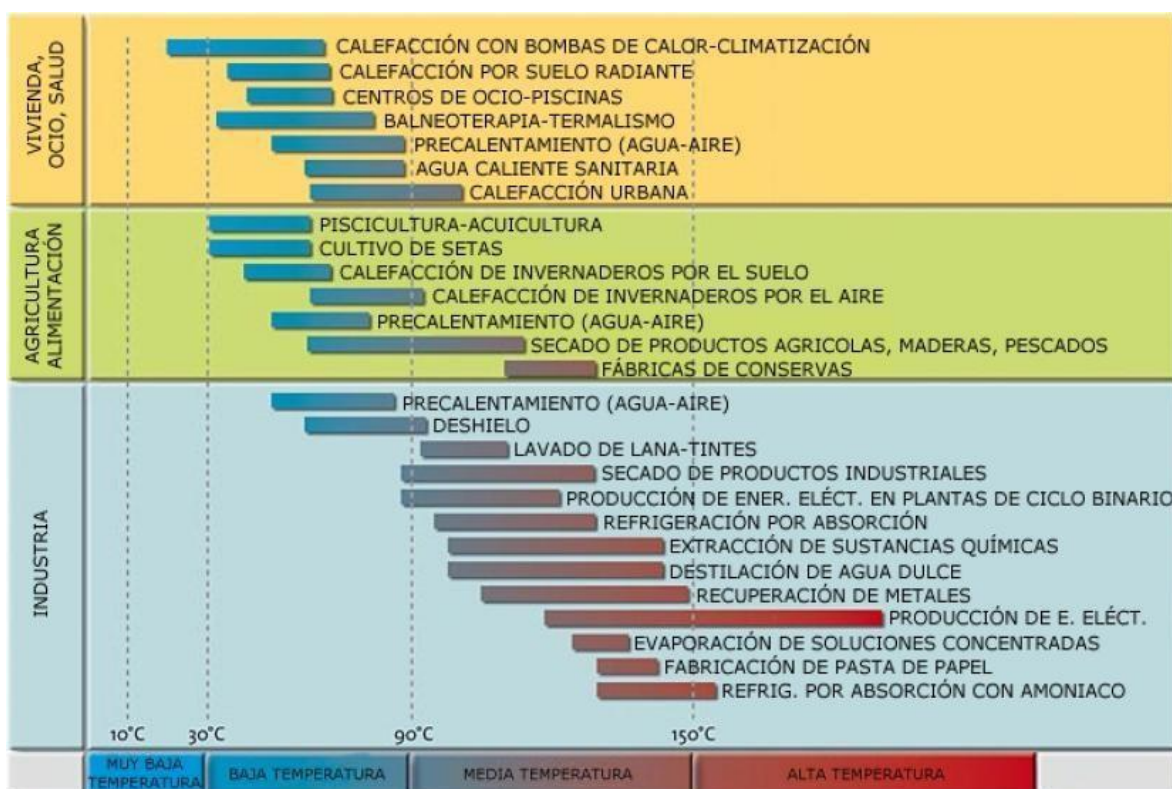


Figura 3.10.5.1.1 - Principales usos de la energía geotérmica en función de la temperatura

3.10.5.2 Geología

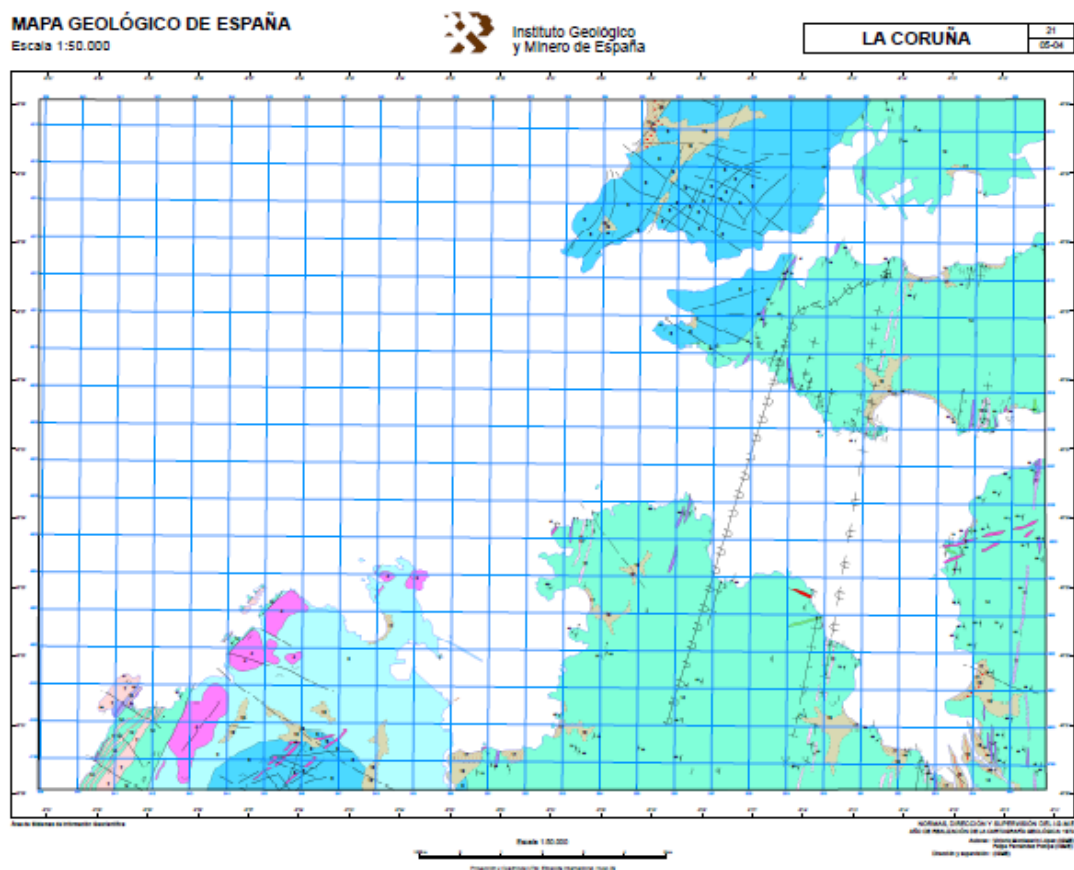
En 1991 el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) inició la digitalización de la cartografía MAGNA con el objetivo de generar una base de datos espacial geológica en formato digital para su explotación con tecnología SIG (Sistema de Información Geográfica).

MAGNA es el acrónimo de Mapa Geológico Nacional. Esta base de datos está constituida por más de mil hojas a escalas 1:25000 y 1:50000.

La siguiente hoja correspondiente a la avenida de Esteiro en Ferrol.



Figura 3.10.5.2.1 - Detalle de la página del MAGNA (situación)



LEYENDA

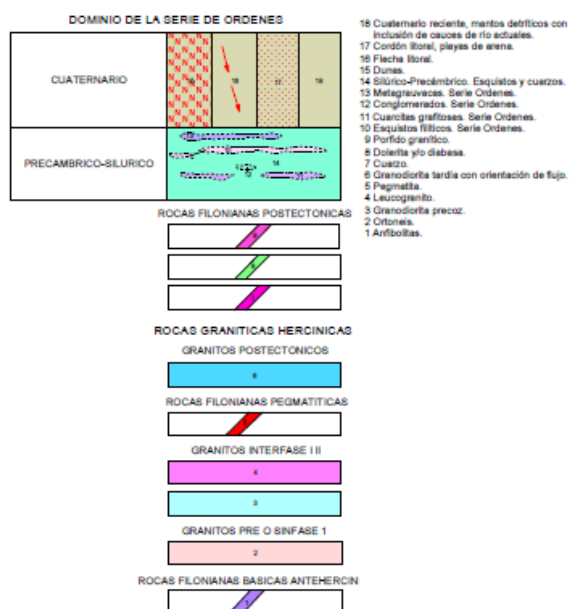


Figura 3.10.5.2.2 - Página del MAGNA (mapa geológico)

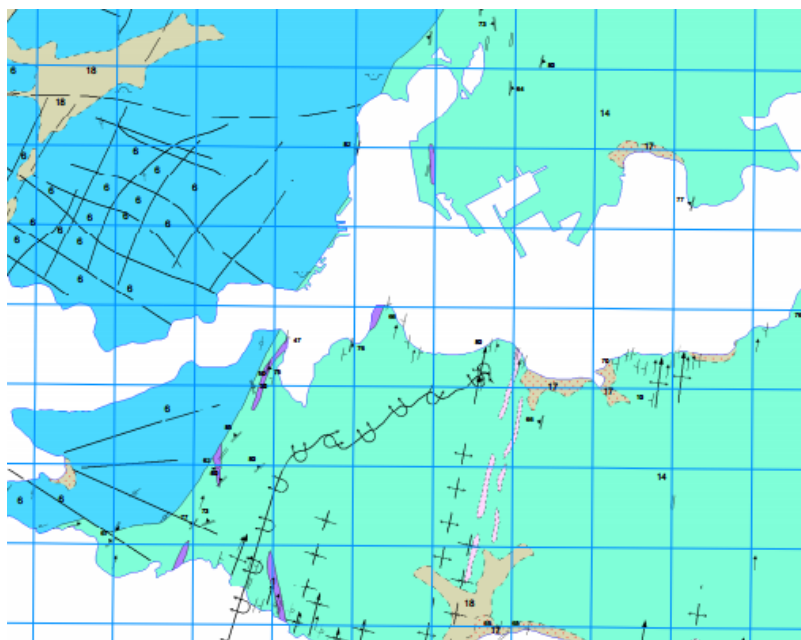


Figura 3.10.5.2.3 - Página del MAGNA

El color verde que se corresponde con el núcleo rural, según la leyenda de la Hoja, se trata de Granodiorita precoz. Aun así, el subsuelo no suele estar compuesto en profundidad por un mismo material, sino que está compuesto por varios y localizados en estratos.

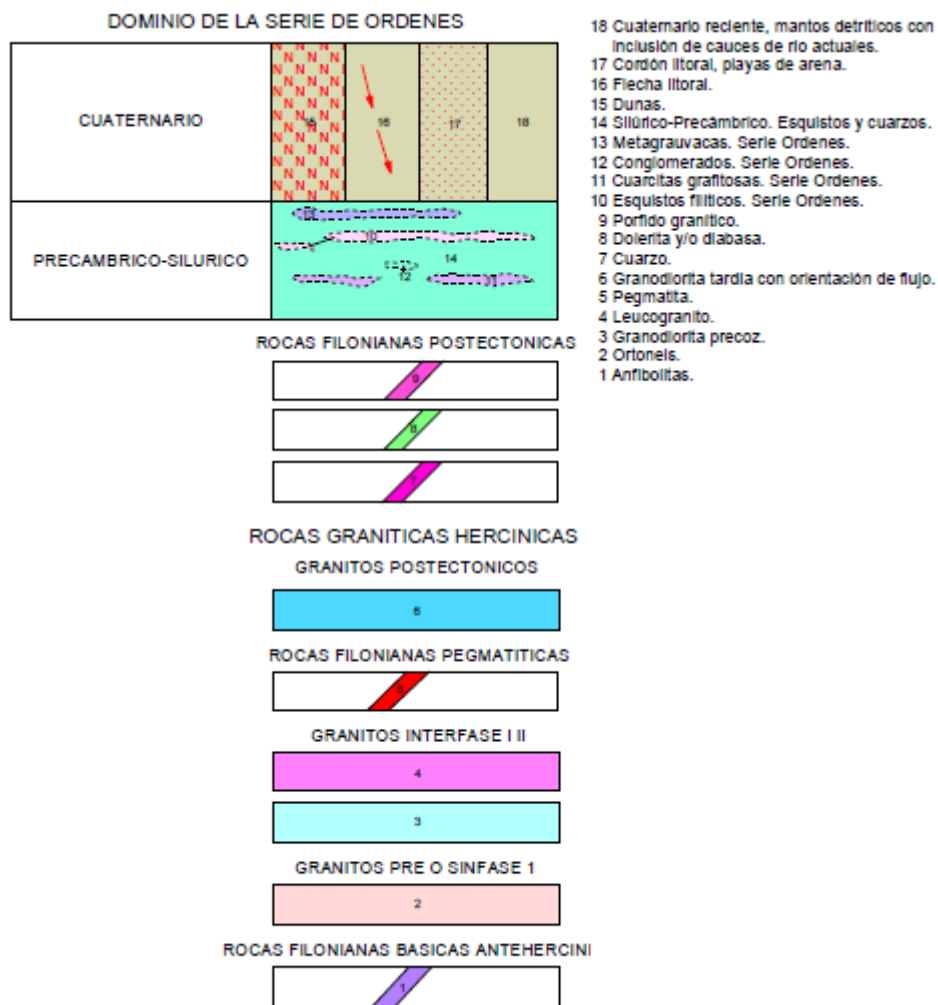


Figura 3.10.5.2.4 - Página del MAGNA (mapa geológico de la zona con leyendas del tipo de terreno del que se compone)

3.10.5.3 Características térmicas del terreno

La energía procedente de la radiación solar, precipitaciones y demás efectos atmosféricos es transferida diariamente a/y desde la superficie de la tierra produciéndose un equilibrio térmico.

Esto permite que a pocos metros de profundidad, debido a la capacidad de las capas más próximas a la superficie terrestre (2-3 m) de almacenar la radiación solar, las temperaturas se encuentren entre unos 7 y 13 °C dependiendo de las características del suelo (conductividad, difusividad, capacidad térmica, etc).

Por debajo de los 10 m de profundidad, el suelo es capaz de almacenar ese calor procedente de la radiación solar y mantenerlo incluso estacionalmente, siendo a una profundidad de unos 15 m donde se puede considerar que la temperatura se estabiliza, dando lugar a una temperatura homogénea y que puede superar ligeramente el valor de la temperatura media anual de la superficie. Una vez pasamos el umbral de los 20 m de profundidad la temperatura aumenta a razón de unos 3 °C cada 100 m.

A partir de esta última profundidad y suponiendo suelos estables tectónicamente o sedimentarios pueden oscilar en un valor de 15-30 °C/km de gradiente térmico (variación de temperatura con la profundidad). Las características más importantes que influyen a la hora de dimensionar un sistema de captación geotérmico son las siguientes:

- Conductividad térmica: Se expresa por medio del coeficiente de conductividad del terreno, que determina la cantidad de energía que pasa por unidad de tiempo y por una superficie de 1 m² a una distancia de un metro para crear un aumento de temperatura de 1K. Sus unidades en el S.I son W/m K (J/s m °C).
- Capacidad térmica: Expresa el calor que es capaz de almacenar un volumen de terreno al incrementarse su temperatura, se mide en MJ/ (K m³).
- Humedad: La humedad juega un papel muy importante a la hora de realizar el dimensionado del captador, puesto que cuanto mayor humedad posee el terreno mayor será su conductividad.

Como ya expusimos antes, para los casos de aprovechamiento a muy bajas temperaturas no se requieren condiciones específicas del terreno. Aunque si que es cierto que podemos afirmar que influye en los cálculos de las sondas geotérmicas, ya que la longitud de la sonda se calcula como la potencia necesaria entre la capacidad térmica del terreno.

3.10.5.4 Diseño y dimensionamiento de la instalación geotérmica

Para la climatización de la vivienda se ha elegido como instalación de suministro de energía una instalación de energía geotérmica de baja temperatura del tipo C, de sistema cerrado con sondas geotérmicas verticales en doble U, (que conforman el intercambiador geotérmico) alojadas en 2 sondeos verticales que no superen los 150-200 m de profundidad.

Las sondas geotérmicas llevan asociadas una bomba de calor geotérmica, la cual deberá ser reversible para abastecer tanto las necesidades de calefacción como de refrigeración. Como sistema de distribución que encauce el calor o el frío a las diferentes estancias del edificio se ha elegido una instalación de suelo radiante, por ser la más efectiva.

En la figura se puede apreciar de manera esquemática el diseño de la instalación completa, incluyendo todas las partes: intercambiador geotérmico, bomba de calor geotérmica, instalación de suelo radiante y depósito de agua caliente sanitaria. El interior de la bomba geotérmica no se aprecia con detalle.

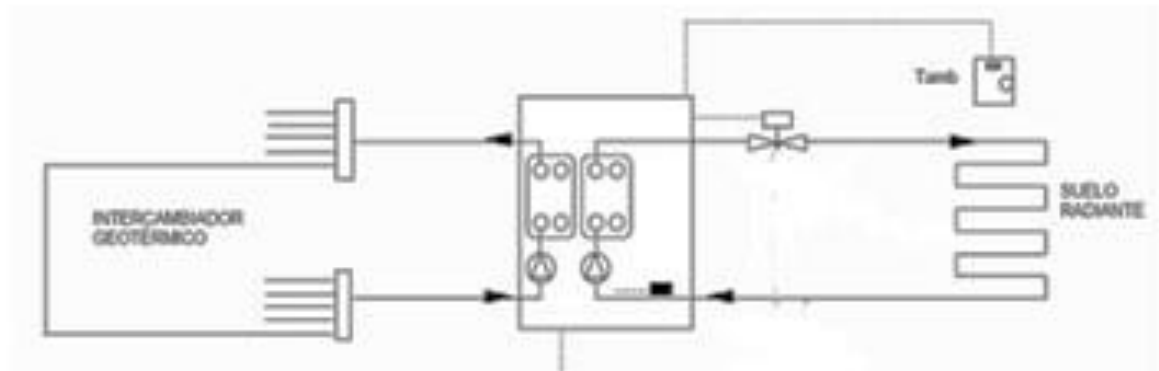


Figura 3.10.5.4.1 - Ejemplo de diseño

A la hora del dimensionamiento de la instalación geotérmica, los pasos que hay que seguir son los siguientes:

- Cálculo de la carga térmica de la vivienda.
- Elección de la bomba de calor.
- Ensayo de la respuesta térmica del terreno.
- Dimensionamiento del sondeo.
- Dimensionamiento del resto de la instalación.

3.10.5.5 Principio de funcionamiento

De forma esquemática el principio de funcionamiento de una instalación de estas características es igual al principio de funcionamiento de una instalación de climatización, y consiste en la extracción o cesión en forma de calor entre dos focos. En este caso se precisa de una bomba de calor que se encarga de absorber (en invierno) o ceder (en verano) energía en forma de calor del terreno mediante un intercambiador enterrado de ciclo cerrado y queda compuesto por los siguientes elementos.

- Una gran masa térmica como es el suelo que permite ceder (verano)/extraer (invierno) energía en forma de calor.
- Un conjunto de tuberías enterradas por donde circula un fluido caloportador, que

en nuestro caso sería el agua con anticongelante, para garantizar, tal y como se muestra en la Guía técnica IDAE, que la temperatura mínima de congelación siempre estará por debajo de 0 °C.

- Un sistema hidráulico.
- Una bomba de calor geotérmica “agua-agua” que permite absorber o ceder calor al circuito secundario y la cual sirve de unión entre el circuito exterior y el circuito interior.

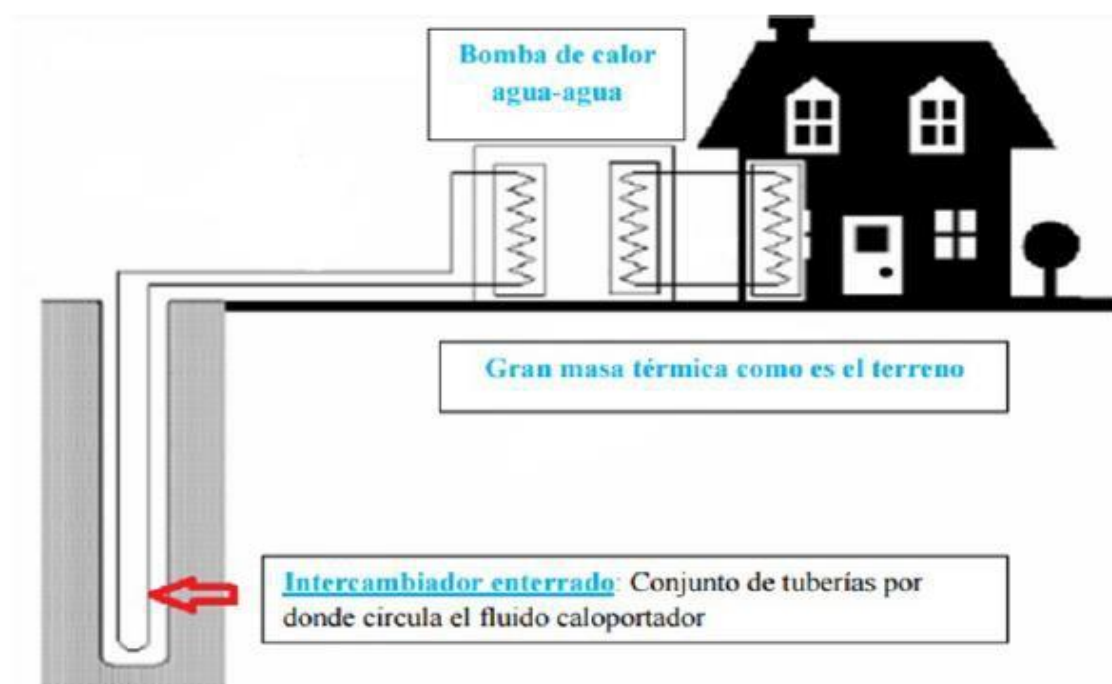


Figura 3.10.5.5.1 - Esquema de instalación.

Por definición, una bomba de calor es una máquina térmica que permite transferir energía en forma de calor de un ambiente a otro, según se requiera. Para lograr esta acción es necesario el aporte de trabajo acorde a la segunda ley de la termodinámica, según la cual el calor se dirige de manera espontánea de un foco caliente a otro frío, y no al revés, hasta que sus temperaturas se igualen. Este fenómeno de transferencia de energía calorífica se realiza por medio de un sistema de refrigeración por compresión basado en la máquina con ciclo de Carnot.

En el foco frío (evaporador), el fluido refrigerante empieza a evaporarse y con ello a absorber calor, puesto que el propio fluido está más frío que dicho foco.

A baja temperatura y en estado gaseoso el fluido pasa por un compresor, el cual

aumenta su presión y con ello su entalpía y temperatura. Una vez supera esta fase llega al intercambiador de calor (condensador) donde cede calor al foco caliente, ya que este está a menor temperatura que el fluido refrigerante.

Debido a esta cesión de calor dicho fluido pasa a estado líquido, y a continuación se ve obligado a pasar por una válvula de expansión lo que deriva en una bajada de presión sustancial y con ello una bajada de la entalpía, de su temperatura y comienza a evaporarse. Este efecto es aprovechado por el evaporador que hay tras la válvula de expansión, donde el fluido absorbe de nuevo calor y pasa otra vez al compresor cerrando así el ciclo.

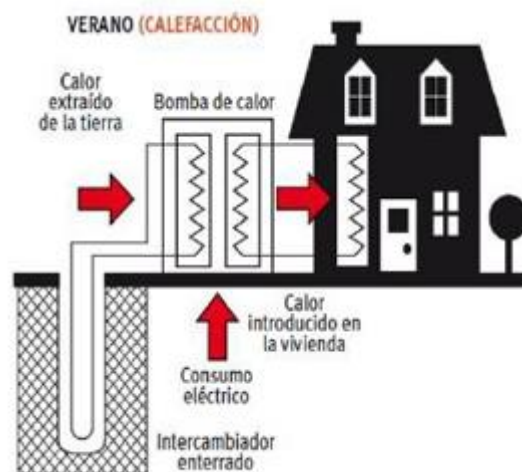


Figura 3.10.5.5.2 - Esquema de instalación en estación

Modo de calefacción:

El captador enterrado, formado por la sonda subterránea, capaz de extraer energía en forma de calor del subsuelo mediante el fluido caloportador cederá dicho calor en el

evaporador de la bomba de calor. Una vez absorbido ese calor por el refrigerante, este atravesará el compresor para aumentar su entalpía y consecuentemente su temperatura.

A continuación el fluido del circuito secundario absorberá la cesión de calor llevada a cabo en el condensador por el refrigerante, y lo llevara a los conductos de suelo radiante dotando a la vivienda de una temperatura idónea. Una vez ocurre esto, el ciclo se repite de forma continuad

3.10.5.6 Evolución de la temperatura con la profundidad

La energía aportada por la radiación solar, precipitaciones y otros efectos atmosféricos es transferida diariamente a y desde la superficie de la tierra produciéndose un equilibrio térmico. Como consecuencia de este equilibrio, la temperatura de la tierra a ciertas profundidades (aproximadamente 10 metros) se mantiene constante y se aproxima a la temperatura media anual del aire ambiente en esa determinada zona (Figura 3.10.5.6). En las profundidades comprendidas entre la superficie y estos 10 metros, la temperatura de la tierra varía dependiendo de la profundidad y de las características del tipo de suelo: conductividad, difusividad, calor específico, etc.

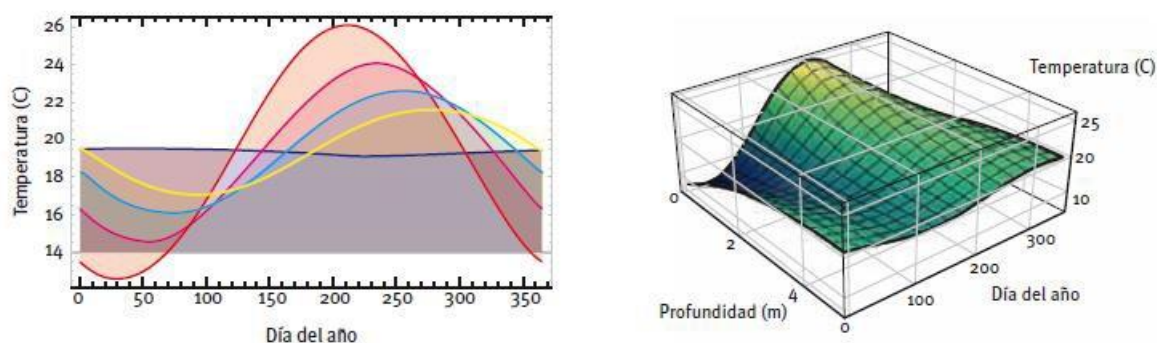


Figura 3.10.5.6.1 – Variación de temperatura de la tierra

3.10.5.7 Estimación de la temperatura del terreno

A una determinada profundidad el gradiente de temperatura del terreno es constante y no se ve afectado por las variaciones climáticas, como ocurre en las zonas más cercanas a la superficie. Este hecho se puede apreciar observando la figura 3.10.5.7.

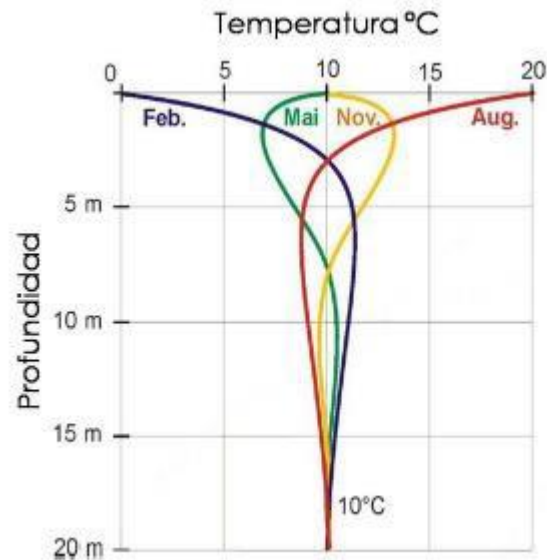


Figura 3.10.5.7.1 - Variación de la temperatura en función de la profundidad

Para calcular la temperatura del suelo en la zona más superficial (hasta 20 m de profundidad) se ha utilizado el modelo propuesto por Hillel (1982). Con este modelo se puede determinar la temperatura para un día concreto del año y para una determinada profundidad mediante la siguiente ecuación:

$$T(z, t) = T_a - A_o \times e^{-z \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}} \times \cos\left(\frac{2\pi}{365} \times (t - t_o) - z \sqrt{\frac{\pi}{365\alpha}}\right) \quad (3.10.5.7.1)$$

Donde:

- T: Temperatura a la profundidad z el día t, [°C].
- z: Profundidad, [m].
- t: Número de días desde el día de referencia.
- t_o: Constante de fase expresada en días.
- T_a: Temperatura media anual del terreno, [°C].
- A_o: Máxima diferencia de t° anual en la superficie del terreno, [K].
- α: Difusividad térmica del terreno, [m²/día].

La difusividad térmica es característica de cada material. Se calcula de la siguiente manera:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \times Cp} \quad (3.10.5.7.2)$$

Donde:

- α : Difusividad térmica, [m²/seg].
- λ : Conductividad del material, [$\frac{W}{K.m2}$].
- ρ : Densidad del material, [$\frac{Kg}{m3}$].
- Cp : Calor específico del material, [$\frac{J}{Kg.K}$].

En el caso de estudio, se considera que el terreno es granítico y le corresponden las siguientes propiedades: $\lambda = 2,4 \frac{W}{K.m2}$ (se ha escogido el valor más conservador de la bibliografía consultada), $\rho = 2700 \text{ Kg/m}^3$, $Cp = 800 \frac{J}{Kg.K}$

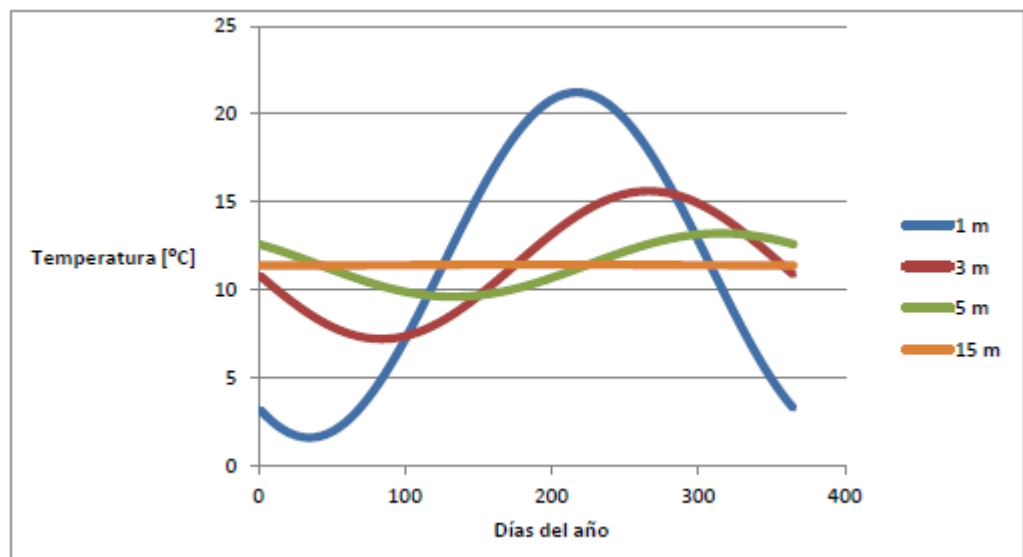


Figura 3.10.5.7.2 - Variación de la temperatura del terreno

A partir de 20 m se ha considerado que la temperatura no se ve afecta por las variaciones estacionales, sino que aumenta únicamente por el gradiente geotérmico (3,3 °C / 100 m).

	PROFUNDIDAD								
	1 m	3 m	5 m	7 m	10 m	15 m	20 m	30 m	50 m
Enero	2,49	10,07	12,47	12,44	11,82	11,67	11,67	12,00	12,66
Febrero	2,14	8,40	11,58	12,24	11,89	11,68	11,67	12,00	12,66
Marzo	4,25	7,59	10,73	11,91	11,91	11,69	11,67	12,00	12,66
Abril	8,37	7,82	10,11	11,51	11,88	11,70	11,67	12,00	12,66
Mayo	13,39	9,11	9,92	11,16	11,69	11,71	11,67	12,00	12,66
Junio	17,96	11,09	10,20	10,96	11,59	11,72	11,67	12,00	12,66
Julio	20,83	13,24	10,89	10,96	11,51	11,73	11,67	12,00	12,66
Agosto	21,24	14,99	11,82	11,16	11,49	11,71	11,67	12,00	12,66
Septiembre	19,05	15,83	12,69	11,51	11,49	11,71	11,67	12,00	12,66
octubre	14,87	15,55	13,30	11,90	11,52	11,70	11,67	12,00	12,66
noviembre	9,85	14,24	13,48	12,25	12,25	11,69	11,67	12,00	12,66
diciembre	5,32	12,24	13,18	12,44	11,71	11,68	11,67	12,00	12,66

Tabla 3.10.5.7.1 - Estimación de la temperatura del terreno y temperatura media del sondeo

3.10.5.8 Conductividad

La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material que indica su capacidad para conducir calor. Se puede expresar según la ley de Fourier como el calor que atraviesa en la dirección x un espesor de 1 m del material como consecuencia de una diferencia de 1 grado entre los extremos opuestos. Se expresa en W/m°C o W/mK.

$$Q_x = -KA \frac{dt}{dx} \quad (3.10.5.8)$$

Donde k es la conductividad térmica, Qx es el calor difundido por unidad de tiempo, A el área de la superficie a través de la cual tiene lugar la transmisión de calor, y el cociente dT entre dx representa el gradiente de temperatura.

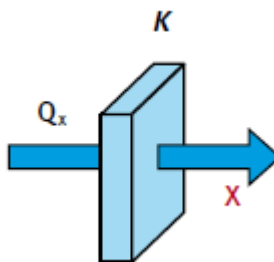


Figura 3.10.5.8.1 - Definición de conductividad térmica

Para los materiales usuales en el terreno existen estudios que demuestran que la conductividad térmica aumenta normalmente con el grado de humedad del mismo hasta alcanzar los valores de conductividad correspondientes a un terreno saturado, si bien no es fácil establecer la dependencia entre ambos factores con carácter general. Algunos de los valores más usuales para la conductividad térmica de acuerdo al tipo de terreno se recogen en la tabla 3.10.5.8.

El cálculo de la conductividad térmica para el diseño de un sistema de bomba de calor geotérmica se puede estimar a partir de tablas, medir en laboratorio mediante pruebas de conductividad sobre parte de terreno recogido o determinar realizando un test de respuesta térmica del suelo (Thermal Response Test, TRT). Este último método es el más fiable y el único recomendado para instalaciones medianas o grandes, ya que, por ejemplo, para una instalación de 140 kWt una variación del valor de cálculo de la conductividad térmica de 2 a 2,2 $\text{W/m}^\circ\text{C}$ supone una reducción de longitud del intercambiador de calor de 100 metros para las mismas condiciones de diseño. Con este método, para la determinación de las características térmicas del suelo, se fuerzan pulsos de inyección de calor o pulsos de extracción de calor en un bucle enterrado y se mide su respuesta en temperatura; en función de dicha evolución y en base a ecuaciones analíticas se puede obtener el valor de conductividad efectiva del terreno.

Tipo de roca	Conductividad térmica (W/mK)			Capacidad térmica volumétrica
	Mín.	Valor típico	Máx.	(MJ/m³K)
Rocas magmáticas				
Basalto	1,3	1,7	2,3	2,3-2,6
Diorita	2	2,6	2,9	2,9
Grabo	1,7	1,9	2,5	2,6
Granito	2,1	3,4	4,1	2,1-3,0
Peridotita	3,8	4	5,3	2,7
Riolita	3,1	3,3	3,4	2,1
Rocas metamórficas				
Gneis	1,9	2,9	4	1,8-2,4
Mármol	1,3	2,1	3,1	2
Metacuarcita		aprox. 5,8		2,1
Micasquistos	1,5	2	3,1	2,2
Esquistos arcillosos	1,5	2,1	2,1	2,2-2,5
Rocas sedimentarias				
Caliza	2,5	2,8	4	2,1-2,4
Marga	1,5	2,1	3,5	2,2-2,3
Cuarcita	3,6	6	6,6	2,1-2,2
Sal	5,3	5,4	6,4	1,2
Arenisca	1,3	2,3	5,1	1,6-2,8
Limolitas y argilitas	1,1	2,2	3,5	2,1-2,4
Rocas no consolidadas				
Grava, seca	0,4	0,4	0,5	1,4-1,6
Grava, saturada de agua		aprox. 1,8		aprox. 2,4
Arena, seca	0,3	0,4	0,8	1,3-1,6
Arena, saturada de agua	1,7	2,4	5	2,2-2,9
Arcilla/limo, seco	0,4	0,5	1	1,5-1,6
Arcilla/limo, saturado de agua	0,9	1,7	2,3	1,6-3,4
Turba	0,2	0,4	0,7	0,5-3,8
Otros materiales				
Bentonita	0,5	0,6	0,8	aprox. 3,9
Hormigón	0,9	1,6	2	aprox. 1,8
Hielo (-10°C)		2,32		1,87
Plástico (PE)		0,39		
Aire (0 - 20 °C, seco)		0,02		0,0012
Acero		60		3,12
Agua (+ 10 °C)		0,58		4,19

Tabla 3.10.5.8.1 – Valores de conductividad y capacidad térmica.

3.10.6 EJECUCIÓN

En relación con la ejecución de la obra, se debe tener en cuenta todo lo establecido a continuación.

3.10.6.1 PERFORACIÓN

La perforación se realizará en el sótano 2 en el cuarto de instalaciones 3 (A.C.S. , caldera y geotérmica).

3.10.6.1.1 Habilitación de la empresa perforadora

La empresa encargada de la ejecución de los intercambiadores debe contar con todos los permisos administrativos pertinentes para el desarrollo de su actividad. La empresa debe tener suscrita una póliza de seguros que cubra la posible responsabilidad derivada de los trabajos de perforación. El personal encargado de los trabajos de perforación debe estar instruido con los conocimientos y las habilidades necesarias para la ejecución de estos trabajos y debe estar equipado en lo que se refiere a medidas de seguridad e higiene en el trabajo y de prevención y control de la contaminación ambiental.

3.10.6.1.2 Tramitación administrativa de los trabajos de perforación

Antes de iniciar los trabajos para la construcción de un intercambiador geotérmico de baja temperatura, se debe obtener las autorizaciones administrativas necesarias.

Finalizados los trabajos de ejecución del intercambiador se debe presentar el certificado final de la obra, que se incorporará a la documentación a presentar para la autorización de puesta en marcha de la instalación requerida por la reglamentación de aplicación (véase el Reglamento de Instalaciones térmicas en Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE)).

3.10.6.1.3 Maquinaria de perforación

Los equipos a utilizar en perforaciones geotérmicas, (rotopercusión o rotación con lodo), deben ser adecuados a las litologías atravesadas. El equipo debe contar con una potencia de tiro suficiente para extraer el revestimiento una vez completada la maniobra de introducción del intercambiador e inyección de la mezcla térmica en el espacio anular. En previsión de aportes de agua subterránea en cantidades apreciables, el equipo de perforación debe ir provisto de un obturador, que permita canalizar el flujo de agua y detritus hacia el contenedor de residuos.

El equipo debe disponer de los métodos de control adecuados en el caso de que la perforación atravesase formaciones acuíferas surgentes.

3.10.6.1.4 Gestión de los detritus, lodos y aguas

Durante la perforación de sondeos geotérmicos se requiere una recogida y retirada de manera controlada de los detritus y caudales aflorados.

El diseño del sistema de recogida y eliminación se debe adecuar a las características concretas de la obra.

También es necesario gestionar los residuos generados durante estos trabajos geotérmicos como son los restos de tuberías de polietileno, pallets, plásticos, aceites usados, etc. Su eliminación se debe hacer de acuerdo a la normativa vigente en cada caso.

3.10.6.1.5 Medidas de seguridad

Las medidas mínimas de seguridad deben cumplir con la legislación vigente correspondiente, y en particular las normas básicas de seguridad minera y la legislación de seguridad y salud en obras de construcción.

3.10.7 INSTALACIÓN DEL INTERCAMBIADOR GEOTÉRMICO

3.10.7.1 Entubación

3.10.7.1.1 Tubería del intercambiador geotérmico

Los materiales empleados en la construcción del intercambiador geotérmico deben ser resistentes a la corrosión y adecuados a las temperaturas y presiones de trabajo, con una vida útil de al menos de 50 años. Las tuberías de los intercambiadores se fabrican con diámetros y espesores normalizados, correspondiendo al proyectista de la instalación de captación elegir ambos conjugando la pérdida de presión del fluido portador de calor con sus prestaciones térmicas.

Habitualmente se emplean tuberías de polietileno. En caso de utilizar estas tuberías en configuración U, como mínimo deben presentar unas características como las del PE 100 PN 16 SDR 11.

El fabricante debe garantizar la trazabilidad de los materiales y parámetros del proceso de fabricación.

Todas las tuberías deben contar con marcado longitudinal permanente, acumulativo de metro a metro, en el que figuren, al menos, el material, el nombre del fabricante, el número de fabricación, el diámetro exterior, el espesor y la presión nominal.

3.10.7.1.2 Temperaturas límite de trabajo

Las condiciones de operación del sistema y las temperaturas límite de trabajo deben ser las necesarias para garantizar una vida útil del intercambiador geotérmico de al menos 50 años, respetando las temperaturas límites de trabajo del material especificadas por el fabricante.

3.10.7.1.3 Uniones

Los tubos de polietileno de las sondas geotérmicas deben estar fabricados de una sola pieza, sin uniones en el interior del sondeo a excepción de la pieza en U, o pie de sonda, que debe venir soldada de fábrica y sometida a un ensayo de presión.

Las uniones de los tubos del intercambiador de calor vertical con las tuberías horizontales de distribución deben ser resistentes a las heladas y a la corrosión y realizarse de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Se debe exigir como mínimo PN 16 para las conducciones, manguitos y demás accesorios de unión enterrados y en general no registrables.

3.10.7.1.4 Elementos complementarios

El descenso de los tubos del intercambiador de calor vertical al interior de los sondeos se debe facilitar utilizando algunos elementos complementarios entre los que cabe mencionar:

- Protectores en el emboquille del pozo para evitar el roce de la tubería de intercambio con la tubería de emboquille.
- Peso o lastre en el pie de la sonda que facilita el descenso, particularmente si existe agua o lodos en el interior de la perforación, para contrarrestar el empuje debido a la presión hidrostática.
- Dispositivo rigidizador en el extremo inferior de la tubería de intercambio al objeto de iniciar el descenso lo más recto posible.

3.10.7.1.5 Procedimiento de instalación

La maniobra de descenso del intercambiador de calor al sondeo debe realizarse lentamente y con las debidas precauciones. El agua que rellena las tuberías del intercambiador geotérmico y el lastre que cuelga de su pie, deben ser suficientes para permitir el descenso por gravedad.

Para facilitar la introducción, los rollos de sondas se colocan en carruseles o tambores que pueden apoyarse en el suelo o suspenderse de una grúa o del cabrestante auxiliar de la máquina de perforación. En general se recomienda emplear un torno equipado con freno u otro mecanismo que garantice un descenso controlado.

Durante o después de la colocación de la sonda, pero siempre antes del relleno del espacio anular, los tubos del intercambiador se llenan de agua y se cierran herméticamente por la parte superior para evitar su aplastamiento.

Durante todo el montaje del intercambiador geotérmico (proceso de introducción de la tubería y posterior relleno) se debe tener especial cuidado con no sobrepasar los límites de presión admitidos entre el interior de éste y el espacio anular del sondeo. Esta diferencia de presión nunca debe sobrepasar el valor de la presión nominal de la tubería o la presión de colapso.

3.10.8 PRUEBAS

3.10.8.1 Pruebas durante la fabricación

Los tubos y el pie de sonda se han de soldar en fábrica, respetando, en el caso de tubos de polietileno, la Norma UNE 53394 IN.

El fabricante debe presentar un certificado de control de calidad que afecte a todo al intercambiador geotérmico incluyendo la soldadura.

3.10.8.2 Pruebas durante la recepción

A la llegada de las sondas geotérmicas a obra se comprueba el marcado y la documentación técnica que la acompaña: número de lote, número de serie, fecha de fabricación, longitud y se realiza una observación visual para detectar arañazos o fisuras ocasionados durante el transporte y manipulación. Con tuberías PE 100 es permisible una erosión máxima del 10% del espesor de pared. Las sondas se deben acopiar en obra

protegidas de los agentes atmosféricos para evitar su deterioro. Del mismo modo, se evitará su arrastre.

Las sondas se ensayan a presión en fábrica antes de su expedición, pero es aconsejable someterlas a una prueba de estanquidad antes de su montaje.

3.10.8.3 Pruebas durante la instalación

Una vez introducidos los intercambiadores en el sondeo se debe realizar un lavado o enjuague del intercambiador con agua limpia para eliminar posibles partículas de suciedad de su interior garantizando una renovación completa del agua en el circuito.

Se debe realizar una prueba de caudal para comprobar que no hay ninguna obstrucción en su interior. El ensayo se debe ser a caudal constante midiendo la pérdida de carga en el circuito y comparándola con el valor teórico. La desviación no debe superar un $\pm 15\%$ del citado valor.

Se debe evitar que durante la fase de montaje, la presión a la que están sometidos los tubos exceda de los márgenes de presión admisibles. Antes de introducir el relleno, se debe realizar una prueba de presión sometiendo al intercambiador a 6 bares durante 30 min comprobando que la presión no disminuye en más de 1 bar, para que el resultado sea satisfactorio. Una vez comprobado que no existen fugas en el circuito exterior ni aire en el circuito, si la presión disminuye en más de 1 bar, se debe izar la sonda a la superficie y reemplazarla por otra. A continuación, se deben obturar los extremos de los intercambiadores con agua en su interior, se marcan visualmente y se protegen contra daños.

Una vez cementado el sondeo se debe realizar una prueba de presión según la Norma UNE-EN 805.

3.10.9 RELLENO Y MACIZADO DL TERRENO

3.10.9.1 Características mínimas del relleno a emplear

La composición del material de relleno debe ser adecuado en función de las características geológicas, hidrogeológicas y medioambientales de las formaciones atravesadas, garantizando siempre la inocuidad para el medio en el que se inyecta. Como norma general, y siempre que no exista un diseño específico del relleno por parte de un

técnico especialista, se recomienda el uso de productos pre-dosificados y ensayados que cumplan las siguientes características mínimas:

- Decantación o agua libre < 5%.
- Fluidez: pase por el Cono de Marsh de 4,5 mm.
- Resistente en ciclo hielo-deshielo.
- Resistente a sulfatos y cloruros.
- Conductividad térmica según la tabla.

Conductividad térmica del terreno	Conductividad térmica del relleno
< 2 W/mK	≥ que la conductividad del terreno
≥ 2 W/mK	≥ 2 W/mK

Tabla 3.10.9.1 - Conductividad térmica en función del terreno

3.10.9.2 Procedimiento para el sellado del intercambiador geotérmico

Se debe prestar especial atención en la dosificación y amasado de la mezcla de inyección, respetando estrictamente las especificaciones de la ficha técnica. Como norma general, el sellado del espacio anular se debe efectuar inyectando la mezcla térmica de forma ascendente, desde el fondo del sondeo hasta la superficie, a través de una tubería auxiliar de inyección que se introduce junto con las sondas y cuyo extremo inferior se situará ligeramente por encima de su pie. Durante la inyección, las sondas deben estar llenas de agua y presurizadas. La inyección se debe detener en cuanto se obtengan retornos de la lechada en superficie. Transcurridas 24 h desde la inyección y una vez endurecida la mezcla, se debe añadir por la boca del sondeo la cantidad adicional necesaria hasta su rebose. De no obtenerse retornos de la mezcla en superficie tras la inyección del volumen teórico calculado, se debe detener la inyección y adoptar las medidas oportunas para que éste se produzca.

En el caso de optar por un relleno granular, éste debe contar con un control y seguimiento hidrogeológico a cargo de personal técnico con conocimientos y experiencia suficiente que se debe responsabilizar de la ejecución del sellado ambiental apropiado.

3.10.9.3 Controles y verificaciones

Tanto durante la perforación, como durante la fase de relleno del espacio anular, se deber contar con un técnico responsable con conocimientos y experiencia para determinar la litología de las formaciones atravesadas, la existencia de niveles acuíferos, la presencia de fracturas y cualquier otra circunstancia que pudiera condicionar los trabajos de relleno y sellado ambiental del intercambiador.

En el caso de utilizarse mezclas prefabricadas, se debe aportar el certificado de conductividad del fabricante. Así mismo el técnico responsable de la inyección debe certificar que dicha mezcla se ha ejecutado según las instrucciones.

3.10.9.4 Cierre

Los extremos de las tuberías del intercambiador deben quedar obturados, protegidos y señalizados para permitir su posterior integración en el circuito.

3.10.10 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE LAS VIVIENDAS

Calculado en el anexo IX de calefacción.

3.10.11 ELECCIÓN DE LA BOMBA DE CALOR

La bomba de calor geotérmica se va a seleccionar para el aprovechamiento de los 40,7 kW para calefacción que obtenemos de la instalación geotérmica, los 203,3 (244 – 40,7) será aportado por la caldera de pellets.

El modelo escogido de bomba de calor R-410A DE la serie IST 160 y de la marca Airduo Compact de 41,6 Kw.



Figura 3.10.11.1 - Bomba Modelo: IST 160

La potencia calorífica está calculada según la norma EN14511 para agua caliente a 30/35 °C (evaporador a 12/7°C).

BOMBA DE CALOR R-410A						
Unidad exterior		Potencia frigorífica (kW)	Potencia calorífica (kW)	Unidad interior		Conjunto Precio (€)
Modelo	Precio (€)			Modelo	Precio (€)	
IST 80	4.246	19,5	22,1	ICT 80	1.511	5.757
IST 90	4.639	21,3	24,0	ICT 90	1.605	6.245
IST 120	5.412	27,5	31,8	ICT 120	1.881	7.293
IST 160	6.442	37,2	41,6	ICT 160	2.064	8.507

Tabla 3.10.11.1 - Bombas de la serie IST 160, marca Airduo Compact

Las características de la bomba de calor geotérmica IST 160 son las que se recogen a continuación:

Modelo	Nº circuitos / compresores / etapas	Circuito exterior		Circuito interior		Conexiones frigoríficas		Potencia absorbida		Intensidad máxima absorbida 400 V / III ph	
		Caudal (m³/h)	Presión (mm.c.a.)	Caudal (m³/h)	Presión (mm.c.a.)	Línea gas	Línea líquido	Frío (kW)	Calor (kW)	Unidad exterior (A)	Unidad interior (A)
IST - ICT / RST - RCT 80	1 / 1 / 1	6.500	7,5	4.000	7,5	7/8"	1/2"	7,9	7,6	13,7	3,6
IST - ICT / RST - RCT 90	1 / 1 / 1	7.000	7,5	4.600	7,5	7/8"	1/2"	8,7	8,2	21,2	5,0
IST - ICT / RST - RCT 120	1 / 1 / 1	10.000	7,5	6.000	7,5	1 1/8"	5/8"	11,2	10,3	27,9	5,0
IST - ICT / RST - RCT 160	1 / 1 / 1	12.000	7,5	7.000	7,5	1 1/8"	5/8"	13,7	13,0	35,0	5,0

Tabla 3.10.11.2 – Características técnicas IST 160

Modelo unidad exterior	Dimensiones (mm)			Peso (kg)
	A	B	C	
RST / IST 80	1.680	915	670	224
RST / IST 90	1.680	915	670	245
RST / IST 120	2.088	1.198	810	322
RST / IST 160	2.088	1.198	810	344

Tabla 3.10.11.3 – Dimensiones unidad IST 160

3.10.12 FLUIDO REFRIGERANTE

En una bomba de calor, el fluido refrigerante es el que transporta el calor desde el foco frío hasta el foco caliente. En el ciclo cerrado de compresión y expansión en el que trabaja la bomba de calor, el fluido refrigerante va a sufrir dos cambios de fase, uno en el evaporador y otro en el condensador.

Hay que tener en cuenta que la temperatura exterior varía a lo largo del año y con ello la demanda térmica, por lo que también variarán las temperaturas de trabajo del refrigerante y las presiones a las que se produzcan los cambios de fase. Por ello, el fluido refrigerante debe tener unas propiedades caloríficas y físicas adecuadas al rango de uso previsto.

El fluido refrigerante de la bomba elegida es el R-410a. Es un refrigerante zeotrópico que contiene un 50 % de R-32 (difluorometano: CH_2F_2) y un 50 % de R-125 (pentafluoroetano: CHF_2CF_3). Al tratarse de una mezcla zeotrópica, su desplazamiento de temperatura es sólo de 0,1 °C, lo que lo hace una mezcla muy estable. Esto facilita la recarga después de cualquier fuga, pudiendo realizarse en fase líquida sin que se produzca ningún cambio de composición o rendimiento. Las características físicas del R-410a son:

- Estado físico a 20 °C: Gas licuado.
- Color: Incoloro.
- Olor: Etéreo.
- Lubricantes: El R-410a debe usarse con lubricantes que permitan un buen retorno al compresor. Pueden ser aceites de poliéster (POE) o de poliviniléter (PVE) con los que es miscible. En el caso de la bomba Ageo+ 50HT se trata de POE.
- Inflamabilidad en el aire: Ninguna.
- Otros datos: El R-410a en estado gaseoso es más pesado que el aire. Puede acumularse en espacios confinados, particularmente al nivel del suelo o en sótanos.

Propiedades termodinámicas:

- Punto de ebullición (1,013 bar): -51,6 °C
- Presión de vapor (25 °C): 16,530 bar
- Temperatura crítica: 72,8 °C
- Temperatura crítica: 72,8 °C
- Calor latente de vaporización (1,013 bar): 271,5 kJ/kg.

- Calor específico (25 °C líquido): 1,86 kJ/kg.K.
- Calor específico (1,013 bar vapor): 0,82 kJ/kg.K.

Actualmente, el R-410a es el principal fluido refrigerante destinado a reemplazar al R22 en aplicaciones de climatización de baja y media potencia. Tiene propiedades más favorables que el R22 en los intercambios térmicos y una capacidad frigorífica superior, lo que permite el uso de compresores de menor desplazamiento para obtener una misma potencia frigorífica. Sin embargo, los niveles de presión de trabajo del R-410a son más elevados y su temperatura crítica bastante baja, por lo que no es posible utilizar R-420a en equipos diseñados para R22.

El R-410a es considerado como un refrigerante de nueva generación. Éstos han sido desarrollados para sustituir a los CFCs y HCFCs ya que no contienen cloro en su composición. Por ello no atacan la capa de ozono, ni son tóxicos ni inflamables. Sin embargo, el factor de calentamiento global es muy elevado, siendo el del R-410a 1975 veces mayor que el del dióxido de carbono.

3.10.13 ENSAYO DE RESPUESTA TÉRMICA DEL TERRENO

La conductividad térmica del terreno es fácil de determinar a partir de valores tabulados, en función del tipo o tipos de rocas que conforman el terreno, y de valores obtenidos en ensayos de laboratorio con muestras de sondeos. Pero ninguno de éstos tiene en cuenta las condiciones naturales del terreno ni los efectos del flujo de agua subterránea. Para ello es necesario recurrir al ensayo de respuesta térmica del terreno.

El ensayo de respuesta térmica del terreno (TRT, Thermal Response Test) es un ensayo experimental con el que se puede calcular la temperatura real del terreno a lo largo del sondeo geotérmico y la conductividad térmica efectiva, teniendo en cuenta los distintos estratos geológicos atravesados, la influencia del flujo de agua subterránea, las sondas geotérmicas, etc.

El ensayo consiste en hacer circular un fluido intercambiador de calor por un sondeo hasta que se estabilicen las temperaturas de entrada y salida. Seguidamente, se empieza a inyectar una cantidad de calor constante durante un período prolongado de tiempo de unas 50 o 60 horas. Durante la prueba se va haciendo un registro de los parámetros más significativos. Cuando la temperatura del fluido se mantenga constante se puede determinar la conductividad efectiva del terreno.

Puesto que para la realización de este trabajo no se dispone de los medios necesarios para llevar a cabo este ensayo, se determinará la conductividad térmica como una aproximación a partir de valores tabulados. Como tampoco se dispone del perfil geológico de la zona, se supondrá que, al menos la profundidad hasta la que lleguen los sondeos geotérmicos, estará formada por un único estrato principalmente granítico.

3.10.14 DIMENSIONAMIENTO DEL SONDEO

3.10.14.1 Perforaciones y sondas

El sistema geotérmico de intercambio de calor seleccionado es el de sondas geotérmicas verticales. En este trabajo, se realizarán dos sondeos de manera que se ha respetado la distancia mínima a la vivienda de 2 m y la distancia mínima entre los propios sondeos, que es de 6 m, separándolos una distancia de 10 m.

El diámetro del sondeo se escoge de manera que posteriormente la zona geotérmica se introduzca con facilidad. Suele ser de unos 140 o 150 mm.

La técnica de perforación dependerá del tipo de formación geológica que se vaya a perforar. En este caso, el terreno es principalmente granítico y por tanto, duro, competente y estable.

Por ello, la técnica más adecuada es la de rotopercusión neumática con martillo en fondo.

La perforación a rotopercusión neumática consiste en introducir aire comprimido en el sondeo para fragmentar la roca. Este aire es introducido en el sondeo a través de las varillas de perforación y, al llegar al martillo en el fondo del sondeo, crea una energía de impacto en el pistón, produciendo la percusión. Una vez que ha producido este impacto en el martillo, el aire sale por el tallante de perforación refrigerando el mismo y limpiando el detritus del fondo del sondeo y del frente de la boca evacuándolo a la superficie por el espacio anular existente entre el varillaje y la pared del sondeo.

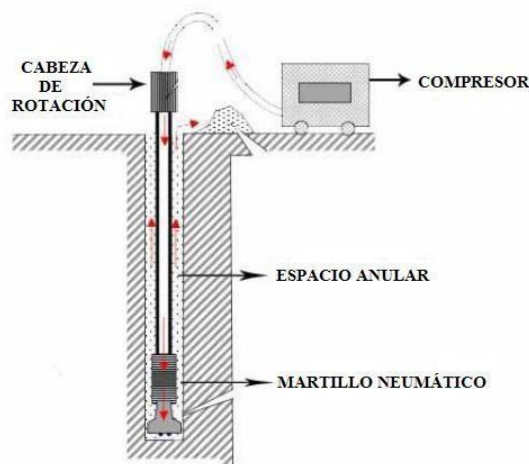


Figura 3.10.14.1.1 - Perforación a rotopercusión neumática con martillo en fondo.

En cuanto a la sonda geotérmica, se ha seleccionado una de polietileno reticulado (PEX-a) en doble U de 32 mm de diámetro y espesor 2,9 mm (SDR 11), unidas por su extremo inferior por un par de piezas del mismo material que constituyen el pie de sonda. Estas sondas se colocan en el interior de los sondeos verticales y por ellas circula el fluido caloportador. Para facilitar su introducción en el sondeo, se coloca un peso o lastre que cuelgue del pie de sonda.

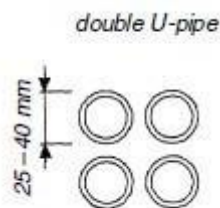


Figura 3.10.14.1.2 - Sonda geotérmica en doble U.

Finalmente, la elección de un intercambiador geotérmico de polietileno reticulado (PEX-a) frente a otro de polietileno (PE 100) supone grandes ventajas en la instalación. Por una parte, el PEX-a soporta un rango de temperaturas de trabajo

mayor y una mejora en las prestaciones físicas, químicas y mecánicas. Pero el factor más relevante es su vida útil, siendo de más de 50 años.

Propiedades	PEX-a	PE 100
Temperatura de servicio	-40 °C hasta 95 °C	-20 °C hasta 30 °C
20 °C	100 años/15 bar	100 años/15,7 bar
30 °C	100 años/13,3 bar	50 años/13,5 bar
40 °C	100 años/11,8 bar	50 años/11,6 bar
50 °C	100 años/10,5 bar	15 años/10,4 bar
60 °C	50 años/9,5 bar	5 años/7,7 bar
70 °C	50 años/8,5 bar	2 años/6,2 bar
80 °C	25 años/7,6 bar	-
90 °C	15 años/6,9 bar	-

Tabla 3.10.14.1 - Comparación entre tubos de PEX-a y PE 100.

Una vez terminado el sondeo e insertadas las sondas, el espacio vacío entre los tubos y la pared del sondeo deben rellenarse inyectando una suspensión de bentonita con cemento para evitar el riesgo de que se filtre el agua. Esta suspensión de bentonita y cemento es inyectada de abajo a arriba en el sondeo por medio de un tubo suplementario con el fin de evitar bolsas de aire y asegurar un buen contacto térmico entre el fluido caloportador y el terreno.

3.10.14.2 Fluido caloportador

El fluido caloportador es una solución de un producto anticongelante que circula por dentro de las tuberías que conforman el intercambiador geotérmico y que transporta el calor desde el terreno hasta la bomba de calor o viceversa. Para ello debe de cumplir con una serie de requisitos como son el punto de congelación, buenas propiedades termodinámicas, viscosidad, etc.

Se ha elegido como fluido caloportador una mezcla acuosa al 30 % m/m de etilenglicol. El etilenglicol es incoloro, inodoro y miscible en agua. Con un inhibidor de la corrosión, las soluciones con etilenglicol son poco volátiles y con bajo riesgo de inflamación. El principal inconveniente es que es tóxico y debe ser tratado cuidadosamente.

En la tabla se recogen las propiedades de la mezcla de etilenglicol al 30 % en torno a 0 °C y 35 °C, ya que son las temperaturas que se van a utilizar posteriormente.

Temperatura	Densidad (Kg/ m ³)	Cp (J/Kg.K)
-10	1057	3611
-5	1056	3620
0	1054	3629
5	1052	3639
10	1050	3650
15	1048	3661
20	1046	3672
25	1044	3684
30	1042	3696
35	1040	3708
40	1037	3721

Tabla 3.10.14.2.1 - Propiedades de la mezcla de agua y etilenglicol al 30 % m/m.

3.10.14.3 Longitud en profundidad de sondeos

- **Terreno:** Se considera un terreno formado de arcilla húmeda hasta los 20 metros y los siguientes metros por granito.
- **Edificio y cargas térmicas:** Se define el tipo de edificio (en este caso se trata de un edificio de 18 viviendas) y las cargas térmicas máximas de calefacción.
- **Bomba de calor geotérmica:** Se escoge la que se ajuste a la demanda térmica (Familia, modelo y fluido de trabajo que circula por el intercambiador geotérmico).
- **Intercambiador geotérmico:** Se define el tipo de configuración (sondeo vertical) y el número de sondeos que se pretenden hacer en primera instancia. Se consideran cuatro sondeos con una distancia de 10 m entre sí y un mínimo de 2,5 m a la vivienda. Hay que indicar que el tipo de sonda es en doble U.
- **Tuberías y colector:**
 - Intercambiador enterrado: Se selecciona la opción de polietileno 100 ya que el programa no contempla la de polietileno reticulado y es la más

parecida en cuanto a comportamiento termodinámico. Con presión nominal de 16 bar y diámetro interior nominal de 32 mm.

- Colector (tubería entre la bomba de calor y el intercambiador enterrado): De polietileno 100, con una presión nominal de 6 bar y un diámetro interior nominal de 50 mm.
- **Accesorios:** Para el cálculo de pérdidas de carga, se asignan los accesorios correspondientes tanto al colector como a cada circuito enterrado:
 - Colector: Cuatro codos de 90°; dos accesorios en forma de T; cuatro válvulas.
 - Circuito enterrado: Dos válvulas; cuatro accesorios en forma de U.
- **Resultados:** Para el cálculo de resultados se establecen las temperaturas de aplicación de calefacción, es decir, las temperaturas del fluido (agua) que va a circular por la instalación de suelo radiante de la vivienda. Las temperaturas definidas han sido 35 °C para calefacción.

3.10.14.4 Cálculo de caudal específico de extracción de calor

A partir de la tabla 1 podemos conseguir los metros necesarios de sondeo para la extracción o disipación de calor, dependiendo de las necesidades y la época estacional del año, previo estudio geológico de la zona.

Substrato	Potencia específica de extracción	
	Para 1800 h	Para 2400 h
Valores generales:		
Sustrato pobre (<1.5 W/m/K)	25 W/m	20 W/m
Normal, lecho de roca con substratos y sedimentos saturados con agua (<3,0 W/m/K)	65 W/m	50 W/m
Lecho de roca > 3,0 W/m/K	84 W/m	70 W/m
Tipos de piedras:		
Grava, arena húmeda	<25 W/m	<20 W/m
Grava, arena, agua	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
Arcilla, húmeda	35 – 50 W/m	30 – 40 W/m
Piedra caliza	55 – 70 W/m	45 – 60 W/m
Arenaria	65 – 80 W/m	55 – 65 W/m
Granito	65 – 85 W/m	55 – 70 W/m
Basalto	40 – 65 W/m	35 – 55 W/m
Gneiss	70 – 85 W/m	60 – 70 W/m

Tabla 3.10.14.4.1 – Potencia específica de extracción.

En la tabla 1 se puede ver el calor extraíble de las rocas según la norma alemana vdi 4640 parte2.

Los valores marcados nos indican los parámetro que usaremos de ahora en adelante, 40 w/m para la capa de arcilla húmeda y 62,5 w/m para la capa de granito.

Grupo	Litología	Nivel agua	Capacidad Cesión de Calor
A	Arenas, gravas y limos	Muy secos Acuífero muy profundo	20 W/m
B	Arenas, gravas y limos	Acuífero superficial	80 W/m
C	Arcillas y margas	-	40 W/m
D	Rocas volcánicas	-	50 W/m
E	Calizas, dolomías, areniscas, conglomerados, calcarenitas	-	60 W/m
F	Rocas metamórficas como mármoles y esquistos y filitas	-	70 W/m

Tabla 3.10.14.4.2 – Grupos de litologías establecidas en función de las características térmicas de las rocas.

El primer material nos aporta un caudal específico NPsa, englobado en arcillas y mangas si el material está saturado de agua el valor utilizado es de 55W/m, que serían los 20 primeros metros, siendo los 90 metros posteriores sin saturar por lo que el valor bajaría a 40 W/m.

El tercer tramo de 55 a 70 W/m. que correspondería a rocas graníticas.

Con ello la conclusión a la que se llega, es que debemos ir a buscar más profundidad para encontrar la roca granítica que llega a un caudal de extracción de 55W/m mínimo, mientras que las arcillas húmedas no son tan interesantes pues nos ofrecen una extracción de 40W/m terrenos no saturados como es el caso, los 20 posteriores metros el valor será de 62,5W/m.

Con estos datos calcularemos los metros de los captadores verticales.

Nº de sondeos	Calor disipado en arcillas húmedas W/mt	Profundidad parcial mt.	Potencia (W)	Calor disipado en granito W/mt	Profundidad parcial mt.	Potencia (W)	Total Potencia	Metros totales sondeo
2	40	20	800	62,5	300	18750	$(800+18750)*2 = 39,1 \text{ Kw}$	320
3	40	20	800	62,5	200	12500	$(800+12500)*3 = 39,9 \text{ Kw}$	220
4	40	20	800	62,5	150	9375	$(800+9375)*4 = 40,7 \text{ Kw}$	170
5	40	20	800	62,5	100	6250	$(800+6250)*5 = 35,3 \text{ Kw}$	120
6	40	20	800	62,5	75	4687,5	$(800+5687,5)*6 = 32,9 \text{ Kw}$	95

Tabla 3.10.14.4.3 - Cálculo de la potencia calculada a partir del número de sondeos.

Viendo los costes de cómo es más barato perforar roca compacta según la guía técnica de sondeos superficiales de la comunidad de Galicia, cobrándose el metro Lineal solamente, sin discriminar la profundidad ni la dureza de la roca, intentaremos equilibrar la profundidad mínima y número de captadores mínimos con tal de garantizar el total de calor de extracción, por ese motivo me decanto por mas sondeos menos profundos de trabajo entre 100 y 200 metros, los cuales son los más comunes en las aplicaciones para geotermia de baja entalpía, aunque también tenemos que tener en cuenta que necesitamos buscar la roca granítica de mayor poder de disipación, como hemos visto en la tabla 1 según la norma Alemana vdi 4640. Tenemos por ello que irnos irremediamente a profundidades mayores sin intentar pasar de los 200 metros. Necesitaremos más sondeos aunque lo suficientemente cortos para compensar esa falta de extracción de calor de los primeros 110 metros, creyendo que el más equilibrado por profundidad y metros lineales totales de sondeo son los de 4 sondeos de 170 m.

Aunque aumenta ostensiblemente el coste al hacer 680mts de perforación en total, respeta las restricciones que tenemos por el tipo de roca que nos interesa llegar, la profundidad máxima de 200mts y la cantidad menor posible de captadores, obteniéndose una potencia de 40,7 Kw.

3.10.14.5 Cálculo de pérdidas de carga de los diferentes tramos

El caudal viene determinado en la tabla de características de la bomba como 12 m³/h y en l/s son 3,4 l/s que al ser 4 captadores de 170 mts, el caudal se reparte a partes iguales quedando un caudal parcial para cada captador de 0,84 l/s.

TRAMO		Q l/s	D tubo mm. Calculo	D tubo mm. Interior	Velocidad m/s	DISTANCIA total de los captadores	Perdidas de carga Bar*mt	PERDIDA DE CARGA Bars.	PERDIDA DE CARGA Bars. Totales ida y vuelta
CAPTADORES VR Tramos de tubería	Vertical	0,84	40	32,6	1,01	680	0,00004	0,027	0,0544
1 TUBOS HR.DESDE CAPTADORES VR A BOMBA IDA	1	2,5	63	51,4	1,20	34,15	0,000004	0,00014	0,0002732
1.TUBOS HR.DESDE CAPTADORES VR A BOMBA RETORNO	1	2,5	63	51,4	1,20	34,15	0,000004	0,00014	0,0002732
TRAMO CAPTADORES A LINEA GENERAL ZONA 1	Horizontal	0,84	40	32,6	1,01	(3+8+15)=26m	0,00004	0,001	0,00208
TRAMO CAPTADORES A LINEA GENERAL ZONA 2	Horizontal	0,84	40	32,6	1,01	(3+8+5)=16m	0,00004	0,001	0,00128
TRAMO CAPTADORES A LINEA GENERAL ZONA 3	Horizontal	0,84	40	32,6	1,01	(3+8+12)=23m	0,00004	0,001	0,00184
TRAMO CAPTADORES A LINEA GENERAL ZONA 4	Horizontal	0,84	40	32,6	1,01	(3+8+23)=34m	0,00004	0,001	0,00272
TOTAL DE PERDIDAS EN LOS TRAMOS									0,0628664
PERDIDAS ADMISIBLES EN LA BOMBA DE CALOR								3	

Tabla 3.10.14.5.1 - Cálculos de pérdidas de carga en los captadores verticales extraído de los catálogos Unopor para tuberías Pex.

Por lo tanto, no es necesario una bomba aux. para ayudar a la bomba principal pues 0,063 Bar < 3 bars de la bomba de calor.

Sabiendo que la tubería que hay que baja es de 40mm y debe ser (simple en U) y tener un margen de holgura para pasar los 2 tubos, el diámetro de perforación Sera de 160mm, con estas características el método a utilizar para la perforación es de martillo en cabeza (ver pliego condiciones para sondeos) ya que la roca es dura en el tramo más profundo y si no fuera así no podríamos perforarla con otros medios al llegar a ella.

3.10.15 CONDUCCIONES, COLECTORES Y GRUPO HIDRÁULICO

3.10.15.1 Características generales del circuito

El circuito de conexión entre los intercambiadores y el cuarto mecánico debe ejecutarse a la mayor brevedad desde la finalización de los sondeos. Debe prestarse especial atención a la coincidencia con otras labores de canalización, excavación o cimentación que se puedan desarrollar en la parcela corrigiendo cualquier posible afección.

El circuito de intercambio geotérmico debe estar compuesto, además de los intercambiadores verticales, por la red de conducciones de ida y retorno, los colectores de distribución, el sistema electromecánico de bombeo y los dispositivos de seguridad, regulación, control y monitorización del circuito.

3.10.15.2 Condiciones

Las conducciones entre los intercambiadores y los colectores de distribución deben estar fabricadas con materiales plásticos de primera extrusión con una vida útil, en las condiciones del trabajo, de al menos 50 años. En ningún caso se debe aceptar el uso de tuberías fabricadas a partir de material reciclado. Los tramos de tubería de impulsión y retorno entre los sondeos y los colectores de distribución deben ser preferentemente de una sola pieza sin uniones intermedias. La presión nominal debe ser, al menos, de 10 bar. Su selección debe tener en cuenta la presión máxima de red, la altura del edificio y la presión generada por el bombeo.

Todas las tuberías deben contar con marcado permanente a un espaciado regular en el que figuren, al menos, el material, el nombre del fabricante, el número de fabricación, el diámetro exterior, el espesor y la presión nominal. Las uniones se deben realizar preferiblemente mediante fusión térmica por alguno de los procedimientos aprobados por el fabricante de la tubería: socket, tope, manguito electrosoldable, etc. En el caso de emplearse accesorios metálicos, el proyectista debe acreditar las medidas adoptadas para asegurar la durabilidad del mismo en las condiciones locales del terreno.

Las uniones se deben realizar previa limpieza de las tuberías y accesorios. En el supuesto de emplear accesorios electrosoldables, los extremos de las tuberías deben escariarse en una longitud superior a la profundidad de inserción. En todo momento se deben seguir los procedimientos establecidos por el fabricante de la tubería y los accesorios. Las piezas a unir se deben fijar adecuadamente asegurando que no se muevan durante la soldadura.

Se deben respetar en todo momento los tiempos de calentamiento, unión y enfriamiento prescritos por el fabricante no sometiendo la unión a esfuerzo mecánico alguno en este período. Del mismo modo, se debe cumplir con la temperatura de fusión indicada por el fabricante del accesorio que debe verificarse periódicamente.

3.10.15.3 Tendido

Las conducciones se deben disponer en zanjas con una profundidad y dimensiones acordes a las características del trabajo. Como norma general la profundidad de tendido de las conducciones debe ser superior a 1 m en los circuitos construidos en parcelas no edificadas o en diseños con temperaturas negativas en circuito de intercambio geotérmico.

Esta prescripción puede evitarse previa justificación adecuada durante la redacción del trabajo. El contratista debe verificar las características del fondo de la zanja apartando cualquier piedra u objeto punzante que haya podido caer durante la excavación, y pueda dañar la tubería. Cuando el fondo de la zanja presente rocas o elementos que puedan dañar la tubería, se debe rellenar el fondo con una cama de arena de 5 a 10 cm de espesor.

Se debe proceder a colocar la tubería evitando todo tipo de golpes y roces innecesarios. Los extremos se deben proteger y obturar durante el tendido evitando la posible entrada de barro, piedras o cualquier objeto extraño. El radio de curvatura mínimo aceptable debe ser el definido por el fabricante de la tubería para el material y diámetro empleado. Se deben evitar radios inferiores mediante la sobre excavación de la zanja y, en último término, la utilización de los accesorios adecuados.

Se debe considerar la dilatación térmica de la tubería del material empleado en las conducciones. Se deben prever longitudes mayores de tubería evitando las tensiones longitudinales por contracción térmica al variar las condiciones respecto al momento de tendido.

La separación entre tuberías alineadas no debe ser inferior a 2 cm. En el caso de alineación vertical las tuberías de retorno hacia la sala técnica se deben colocar en la fila inferior y las de impulsión en la superior. Con el fin de evitar el embolsamiento de aire, las tuberías se deben disponer con una pendiente descendente regular de al menos un 1% hacia los sondeos. Del mismo modo, las conducciones entre las arquetas de cada sector y la cámara de registro general, también deben disponer de una pendiente descendente del 1% hacia las cámaras de cada sector.

Se debe evitar cualquier punto alto que pueda favorecer el atrapamiento de aire ocasionando una reducción en la sección de circulación.

En las superposiciones con elementos estructurales las tuberías se deben aislar y proteger con vainas de material plástico y diámetro superior. Cuando las temperaturas de operación previstas lleguen a ser negativas, el anular entre la tubería y la vaina se debe aislar asegurándose un perfecto sellado que impida la filtración de agua.

Las entregas en el cuarto mecánico deben tener una longitud mínima de 1 500 mm sobre la cota final de solera. Las tuberías se deben disponer alineadas y verticales. Se deben colocar los elementos de fijación precisos para asegurar su posición en las futuras labores de hormigonado, pulido y tabicado.

Los extremos de los circuitos se deben mantener, en todo momento, marcados mediante cinta aislante de colores y la numeración de los sondeos o cualquier otro sistema que permita la identificación inequívoca de cada ramal.

Previo al inicio del relleno de la zanja, debe ponerse el circuito en carga y se debe realizar una prueba según lo especificado en el apartado de pruebas.

Antes de cubrir los sondeos se deben localizar adecuadamente mediante levantamiento taquimétrico o usando referencias suficientes de elementos constructivos o de otro tipo.

Las operaciones de relleno y compactación se deben realizar con el circuito lleno y obturado, a una presión suficiente para impedir su colapso. Sobre las conducciones se debe disponer una tongada de arena o material granular fino procedente de la excavación de al menos 10 cm de espesor. Una vez compactada, se debe colocar centrada con respecto al eje longitudinal de la zanja una cinta plástica indicadora de la existencia de las tuberías. El relleno de la zanja se debe completar disponiendo y compactando material de granulometría adecuada en tongadas no superiores a 30 cm.

3.10.15.4 Colectores, cámaras y arquetas

Los colectores de distribución a los sondeos del circuito pueden disponerse en arquetas, cámaras, en el propio cuarto de máquinas o en cualquier otro emplazamiento que permita un adecuado mantenimiento.

Las cámaras y las arquetas deben estar diseñadas de tal manera que permitan el desmontaje y mantenimiento de sus elementos. Se debe asegurar su estanquidad mediante

un sellado adecuado de juntas y pasamuros. Debe contar con un registro homologado para las cargas de rodadura a soportar, enrasado con la superficie final de su emplazamiento.

Los colectores de las cámaras se deben ejecutar preferiblemente en materiales plásticos. Deben estar fabricados a partir de un único tubo y deben tener un diámetro suficiente para minimizar la pérdida de carga producida a lo largo del colector. Cada circuito debe contar con válvulas de seccionamiento en el ramal de ida y en el retorno. Además, se deben disponer válvulas de equilibrado siempre que la diferencia de pérdida de carga teórica entre los dos circuitos con condiciones más extremas supere el 5% del menor. La valvulería a emplear en las derivaciones a los sondeos puede ser de un diámetro inferior al de la conducción.

3.10.15.5 Elementos auxiliares

El circuito debe estar dotado, en el cuarto mecánico o en cualquier otro emplazamiento próximo a la bomba circuladora, de los elementos de seccionamiento necesarios para facilitar los trabajos de mantenimiento. Además, debe al menos disponer de los siguientes elementos:

1. Termómetro en la conducción de ida.
2. Termómetro en la conducción de retorno.
3. Manómetro.
4. Contador de caudal.
5. Filtro en la conducción de retorno.
6. Sistema de llenado y vaciado.
7. Dispositivos de purga.
8. Picajes habilitados para medición de temperaturas y presiones en las conducciones de impulsión y retorno.

3.10.15.6 Prueba, limpieza y purgado

Las tuberías y uniones realizadas deben someterse a una prueba hidráulica antes del cierre de la zanja. El llenado de la conducción se debe realizar con agua asegurando la expulsión del aire, la eliminación de los residuos procedentes del montaje y la correcta circulación del agua en el circuito. La prueba se debe ejecutar, transcurridas un mínimo de 2 h desde la última soldadura efectuada en el circuito, según el siguiente procedimiento:

9. Prueba preliminar: Circulación a baja presión (1,5 – 2 bar). Detección de defectos de continuidad y verificación de la estanquidad de uniones. Se debe asegurar una velocidad mínima de 0,6 m/s con el fin de expulsar el posible aire atrapado en la red.
10. Prueba de resistencia mecánica (prueba de estanquidad):
 - a) Presurización del circuito hasta $1,5 \times P_{\text{servicio}}$. No menos de 4 bar.
 - b) Inspección visual de la red para detectar cualquier anomalía.
 - c) Duración de la prueba: la necesaria para recorrer todos los tramos de la red implicados en la prueba y verificar la estanquidad de cada unión. No menor de 30 min.
 - d) En caso de existir descensos de presión superiores al 15%, revisar circuito, reparar fugas y rehacer todo el ensayo desde el punto (a).
11. Se debe comprobar que los caudales circulantes y las pérdidas de carga corresponden a las especificaciones de diseño.

Una vez aprobadas las pruebas se deben soldar los extremos de las tuberías para evitar la entrada de cualquier cuerpo extraño en el curso de la construcción.

3.10.15.7 Elementos de medida, monitorización

Todas las instalaciones térmicas deben disponer del equipamiento de medida suficiente para la supervisión de todas las magnitudes y valores de los parámetros fundamentales que intervienen en el funcionamiento de dichas instalaciones y permiten su optimización.

Para el caso de los sistemas basados en bomba de calor, debe realizarse el seguimiento y análisis de la evolución de las variables que a continuación se detallan:

- Caudales circulantes, presiones de trabajo, temperaturas de ida y retorno y potencias y energías térmicas intercambiadas en cada uno de los circuitos hidráulicos que conforman el sistema; esto es: circuito de intercambio geotérmico y circuito/s de distribución térmica (calor y/o frío).
- Potencias y energías eléctricas/térmicas consumidas por las unidades de

consumo del sistema; esto es: compresor/es de la/s bomba/s de calor, bomba/s de circulación del fluido caloportador geotérmico y posible equipamiento de apoyo a la generación térmica (resistencia eléctrica, bomba de calor o caldera).

Estos dispositivos de medida se deben situar en lugares visibles y fácilmente accesibles para su lectura in-situ y mantenimiento. Se recomienda, a su vez, la implementación de sistemas de telecontrol que permitan realizar el seguimiento de las instalaciones de manera remota.

En caso de que el sistema de control así lo permita, la lectura de las variables citadas puede realizarse también aprovechando las señales de los instrumentos de control.

Las instalaciones de potencia superior a 70 kW deben contar con algún tipo de sistema automático de registro de los parámetros medidos.

3.10.16 PREPARACIÓN DEL SISTEMA PARA PUESTA EN MARCHA

3.10.16.1 Comprobación de elementos de la sala de máquinas

Una vez realizadas todas las conexiones se debe verificar la correcta ubicación de todos los elementos, su accesibilidad, aislamiento, el correcto funcionamiento de los diferentes componentes, sobre todo los de seguridad, y el correcto dimensionado de los mismos, teniendo en cuenta en todo caso la legislación vigente en este campo.

- Vaso de expansión: Se debe instalar un vaso de expansión cerrado con capacidad para absorber la variación del volumen total del sistema de captación, calculado de igual forma de en el apartado 3.5.3.5, Vaso de expansión, del anexo V, de solar térmica.
- Válvula de seguridad tarada cuya descarga debe estar recogida y conducida a un depósito/sumidero destinado a tal fin.
- Interruptor automático por caída de presión para controlar continuamente la hermeticidad del circuito.
- Válvulas de llenado y vaciado.
- Filtro de diámetro mínimo igual a la tubería.
- Purgadores en todos los tramos, en la parte más alta de la instalación y en los colectores.

- Bomba de circulación adecuada al circuito en función del caudal necesario para la bomba de calor y de las pérdidas de carga, así como a las temperaturas de trabajo.
- Llaves de corte para aislamiento de cada circuito.
- Manómetros de escala adecuada.
- Termómetros de escala adecuada en la ida y retorno.
- Colectores y arquetas.
- Caudalímetro o válvulas de equilibrado en el retorno del colector. En el caso de no instalar elementos de regulación
- de caudal en el colector se deber configurar el retorno en modo invertido.
- En grandes instalaciones, caudalímetro en la tubería general.
- Se debe comprobar que los elementos de la instalación corresponden con la documentación técnica.

3.10.16.2 Llenado de la instalación

En el caso que sea necesario un fluido caloportador distinto al agua (mezcla de agua y anticongelante) se debe proceder al llenado del sistema de captación usando un fluido caloportador premezclado en el exterior. Se debe verificar que las características del mismo se ajustan a las temperaturas de diseño de la instalación. El llenado de cada intercambiador se debe realizar de forma individual, sondeo a sondeo, y se debe realizar una recirculación durante el tiempo necesario. A continuación se debe proceder al llenado del resto de los elementos del circuito recirculando durante el tiempo preciso, hasta que todo el circuito se encuentre perfectamente homogeneizado.

Durante todo el llenado, se debe comprobar periódicamente el grado de protección anti hielo.

3.10.16.3 Prueba de presión de la sala de máquinas o técnica

Antes de aislar los circuitos se debe proceder a realizar una prueba de presión del circuito completo lleno de agua a 1,5 veces la presión de trabajo.

3.10.16.4 Limpieza y purgado

Se debe comprobar que se ha realizado una limpieza y purgado del circuito del cuarto de máquinas conforme a lo estipulado anteriormente en el anexo.

3.10.16.5 Prueba de caudal y equilibrado hidráulico

Se debe realizar una prueba de caudal verificando que los caudales circulantes corresponden a las especificaciones de diseño. Se debe realizar el equilibrado hidráulico de todas las vías del circuito de captación geotérmico dentro de los parámetros especificados anteriormente.

3.10.17 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN

3.10.17.1 Puesta en marcha del circuito de intercambio geotérmico

Una vez finalizada la instalación es necesario efectuar las siguientes comprobaciones para realizar la puesta en marcha del sistema de manera satisfactoria.

Se debe verificar la correspondencia de la instalación con el trabajo y el esquema de principio desde el punto de vista de la hidráulica y de los elementos. Se debe efectuar una inspección visual para verificar la ausencia de fugas en cada uno de los circuitos hidráulicos, que hayan podido originarse en la ejecución de la obra.

Se debe comprobar la adecuación de la instalación hidráulica a las disposiciones de la reglamentación de instalaciones térmicas en edificios (véase RITE) y a las instrucciones técnicas de aplicación.

Se debe comprobar que la instalación se ha ejecutado siguiendo las recomendaciones del manual de instalación y montaje proporcionado por el fabricante de los equipos.

Se debe comprobar que la bomba de calor se instala en una habitación protegida, sobre un suelo nivelado, capaz de soportar su peso y que impida la transmisión de ruido. Se deben instalar manguitos antivibratorios en las conexiones de la bomba de calor que impidan la transmisión de vibraciones a la red de tuberías. Se comprobará que la conexión eléctrica de la bomba de calor a la red se ha realizado conforme a lo dispuesto en la reglamentación eléctrica de baja tensión vigente (véase REBT) en función de las características de los equipos y de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

3.10.17.2 Puesta en marcha del sistema geotérmico

Una vez verificada la instalación, se puede proceder a la puesta en marcha del sistema, que debe realizarse por la empresa autorizada según la legislación vigente. Se debe cumplimentar una ficha tipo en la que quede reflejada la información que garantiza que el equipo y el sistema geotérmico queda funcionando dentro de los parámetros exigidos.

Se debe efectuar una comprobación en el circuito frigorífico de la bomba de calor cuando ésta se encuentre en funcionamiento y a plena carga, verificando las presiones de alta y baja del sistema así como las temperaturas en cada una de las partes principales del ciclo. Se debe verificar que las lecturas de temperatura y los saltos térmicos se encuentren dentro de los valores permitidos por el fabricante.

3.10.17.3 Información al cliente

Una vez finalizada la puesta en marcha y con el sistema funcionando correctamente a régimen, se debe hacer entrega a la propiedad de la documentación necesaria y se le debe instruir para su correcta operación. La explicación del funcionamiento se debe apoyar en el esquema de la instalación, que debe reflejar el sistema en su totalidad y debe ser un fiel reflejo del mismo.

Se debe realizar una demostración de la lógica de funcionamiento de la instalación cuando ésta se encuentre a régimen, alcanzando los parámetros de confort de diseño.

Se debe entregar al cliente el manual de usuario redactado en el idioma oficial según lo dispuesto en la directiva

europea correspondiente. La entrega de este documento, una vez efectuada la puesta en marcha, debe ser previa a la firma de la garantía de la instalación o de los equipos. Además del contenido explicativo, el manual de usuario debe incluir la razón social y dirección del fabricante y representante autorizado así como la declaración CE de conformidad de los equipos que así lo precisen.

3.10.17.4 Mantenimiento básico

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas a la reglamentación sobre instalaciones térmicas en edificios (véase RITE) se deben realizar por empresas mantenedoras habilitadas. Además del mantenimiento de las instalaciones, el usuario debe ser capaz de realizar un mantenimiento básico que permita prevenir la aparición de averías.

Las instrucciones de uso y mantenimiento se recogen en el manual del usuario, que debe contener las instrucciones de seguridad, manejo y operación, programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética de la instalación.

3.10.18 SISTEMA DE CONTROL

Nuestra instalación nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía tanto entre los captadores para ACS, el acumulador, la instalación de geotermia, la bomba de calor, el intercambiador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía procedente de la geotermia frente a la auxiliar, y no al revés. El DB HE del CTE en el apartado 3.3.7, Sistema de control, de la Sección HE4, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito del intercambiador, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación de agua, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida y la del depósito del intercambiador.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 °C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 °C.

3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior del intercambiador de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura del intercambiador se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura tres grados superiores a la de congelación del fluido.
6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control accionados en función de la temperatura de captación del fluido.
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación geotérmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el intercambiador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se

establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil dispensada.

3.10.18.1 Configuración de la instalación

La regulación de una instalación geotérmica con bomba de calor consiste en la puesta en marcha y la detención de las bombas de circulación en función de las condiciones existentes en cada momento. Para realizar estas funciones se emplean termostatos diferenciales con al menos dos sondas de temperatura:

Si $T_1 - T_2 > 6 \text{ o } 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la bomba se pone en marcha

Si $T_1 - T_2 < 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$, la bomba se detiene.

Una sonda de temperatura, la sonda caliente T_v se sitúa a la salida de uno del intercambiador, de modo que su lectura sea representativa de la temperatura de intercambio. La segunda sonda, la sonda fría T , se sitúa en la parte inferior del intercambiador del que parte la conexión hacia el intercambiador.

El termostato diferencial pone en marcha la bomba cuando la temperatura de la sonda caliente supera en unos 4 o 7 $^{\circ}\text{C}$ a la temperatura de la sonda fría y lo detiene cuando la diferencia es inferior a unos 2 $^{\circ}\text{C}$, de acuerdo con el apartado 3.3.7, de la Sección HE4.

El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2 $^{\circ}\text{C}$ y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7 $^{\circ}\text{C}$. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2 $^{\circ}\text{C}$.

Los saltos de temperatura entre T_1 y T_2 para la regulación de la bomba del circuito secundario pueden ser modificados con la instalación en marcha para optimizar su funcionamiento.

El circuito de distribución tiene una regulación independiente, mediante un termostato diferencial, con la sonda caliente situada en la parte superior de la bomba de calor y la sonda fría instalada en la canalización de retorno del circuito de distribución, con los mismos saltos térmicos para la puesta en marcha y la detención.

3.10.18.2 Sistema de medida

Las instalaciones calefacción, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

- Termómetro en el circuito primario, a la salida de los captadores.
- Termómetro en el circuito primario, en el retorno hacia los captadores, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.
- Termómetro en el punto más frío de la acumulación.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de intercambio.
- Manómetro en el circuito secundario o el intercambiador.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

PLANOS

4. PLANOS

4.1 SITUACIÓN

4.2 EMPLAZAMIENTO

4.3 DISTRIBUCIÓN SÓTANO 2

4.4 DISTRIBUCIÓN SÓTANO 1

4.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

4.6 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA

4.7 DISTRIBUCIÓN PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.8 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJO DÚPLEX

4.9 DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA DÚPLEX

4.10 DISTRIBUCIÓN CUBIERTA

4.11 SECCIÓN A-A

4.12 SECCIÓN B-B

4.13 ALZADO PRINCIPAL

4.14 ALZADO POSTERIOR

4.15 ELECTRICIDAD SÓTANO 2

4.16 ELECTRICIDAD SÓTANO 1

4.17 ELECTRICIDAD PLANTA BAJA

4.18 ELECTRICIDAD PLANTA PRIMERA

4.19 ELECTRICIDAD PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.20 ELECTRICIDAD PLANTA BAJA DÚPLEX

4.21 ELECTRICIDAD PLANTA ALTA DÚPLEX

4.22 CENTRALIZACIÓN 1 DE CONTADORES

4.23 CENTRALIZACIÓN 2 DE CONTADORES

4.24 UNIFILAR VIVIENDAS

4.25 UNIFICAL SERVICIOS GENERALES

4.26 FONTANERÍA SÓTANO 2

4.27 FONTANERÍA SÓTANO 1

4.28 FONTANERÍA PLANTA BAJA

4.29 FONTANERÍA PLANTA PRIMERA

4.30 FONTANERÍA PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.31 FONTANERÍA PLANTA BAJA DÚPLEX

4.32 FONTANERÍA PLANTA ALTA DÚPLEX

4.33 FONTANERÍA ESQUEMA HIDRÁULICO

4.34 SANEAMIENTO SÓTANO 2

4.35 SANEAMIENTO SÓTANO 1

4.36 SANEAMIENTO PLANTA BAJA

4.37 SANEAMIENTO PLANTA PRIMERA

4.38 SANEAMIENTO PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.39 SANEAMIENTO PLANTA BAJA DÚPLEX

4.40 SANEAMIENTO PLANTA ALTA DÚPLEX

4.41 SANEAMIENTO CUBIERTA

4.42 SANEAMIENTO ESQUEMA DE INSTALACIÓN

4.43 SANEAMIENTO REJILLAS – ARQUETAS – POZO DE BOMBEO

4.44 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE SÓTANO 2

4.45 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE SÓTANO 1

4.46 VENTILACIÓN Y SALIDA AIRE PLANTA PRIMERA

4.47 CONTRA INCENDIOS SÓTANO 2

4.48 CONTRA INCENDIOS SÓTANO 1

4.49 CONTRA INCENDIOS PLANTA BAJA

4.50 CONTRA INCENDIOS PLANTA PRIMERA

4.51 CONTRA INCENDIOS PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.52 CONTRA INCENDIOS PLANTA BAJA DÚPLEX

4.53 CONTRA INCENDIOS PLANTA ALTA DÚPLEX

4.54 CALEFACCIÓN SÓTANO 2

4.55 CALEFACCIÓN PLANTA BAJA

4.56 CALEFACCIÓN PLANTA PRIMERA

4.57 CALEFACCIÓN PLANTA SEGUNDA A QUINTA

4.58 CALEFACCIÓN PLANTA BAJA DÚPLEX

4.59 CALEFACCIÓN PLANTA ALTA DÚPLEX

4.60 CALEFACCIÓN ESQUEMA DE CONTROL

4.61 CALEFACCIÓN ESQUEMA SUELO RADIANTE

4.62 SITUACIÓN PANELES SOLARES ACS CUBIERTA

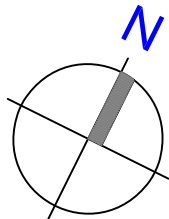
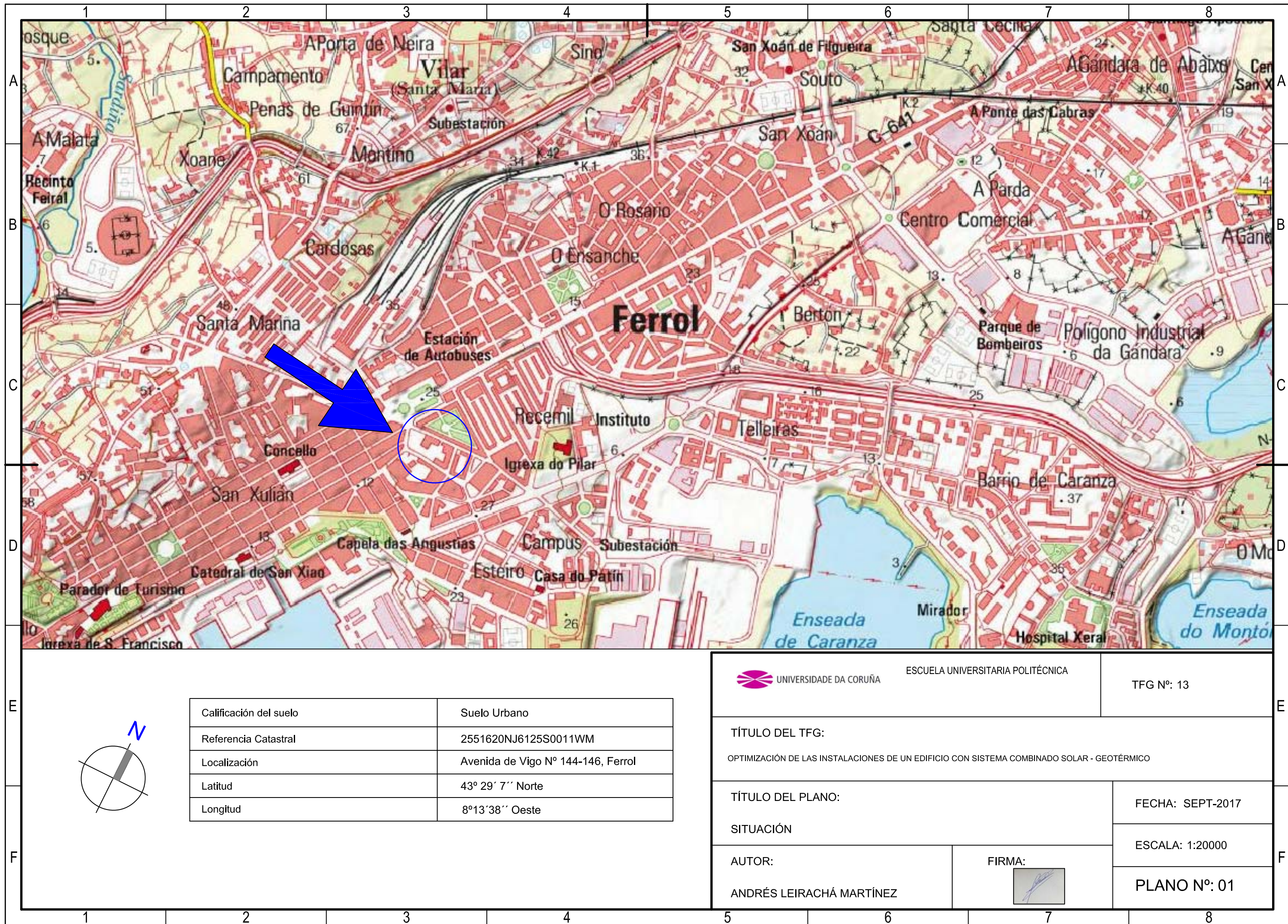
4.63 MONTAJE PANELES SOLARES ACS

4.64 ESQUEMA CONEXIÓN COLECTORES ACS

4.65 ESQUEMA CIRCUITO ACS SOLAR - TÉRMICA

4.66 REPRESENTACIÓN PERFORACIÓN GEOTÉRMICA SÓTANO 2

4.67 ESQUEMA INSTALACIÓN CALEFACCIÓN POR GEOTÉRMICA



Calificación del suelo	Suelo Urbano
Referencia Catastral	2551620NJ6125S0011WM
Localización	Avenida de Vigo Nº 144-146, Ferrol
Latitud	43º 29´ 7´´ Norte
Longitud	8º13´38´´ Oeste



ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

TFG Nº: 13

TÍTULO DEL TFG:

OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:

SITUACIÓN

AUTOR:

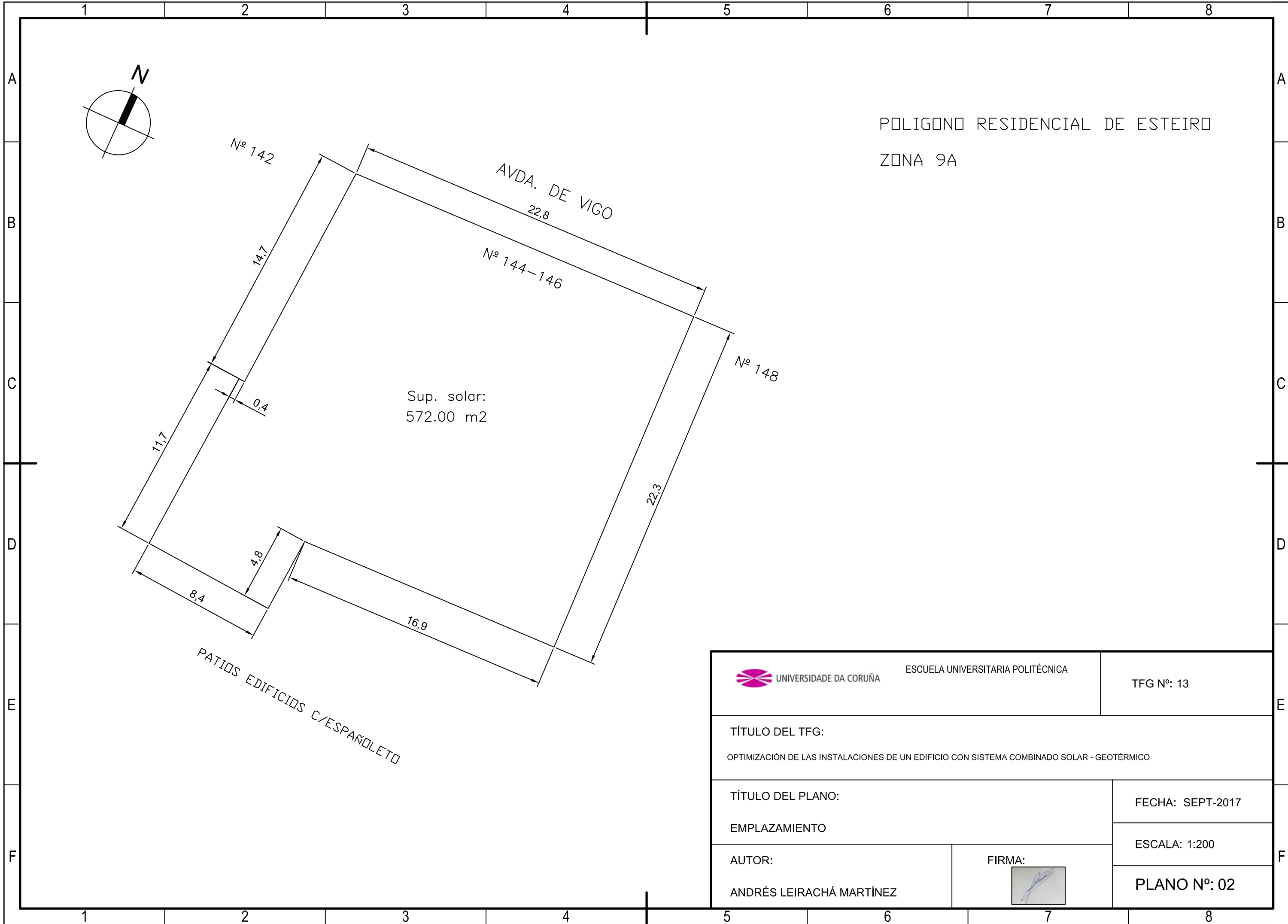
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

FIRMA:

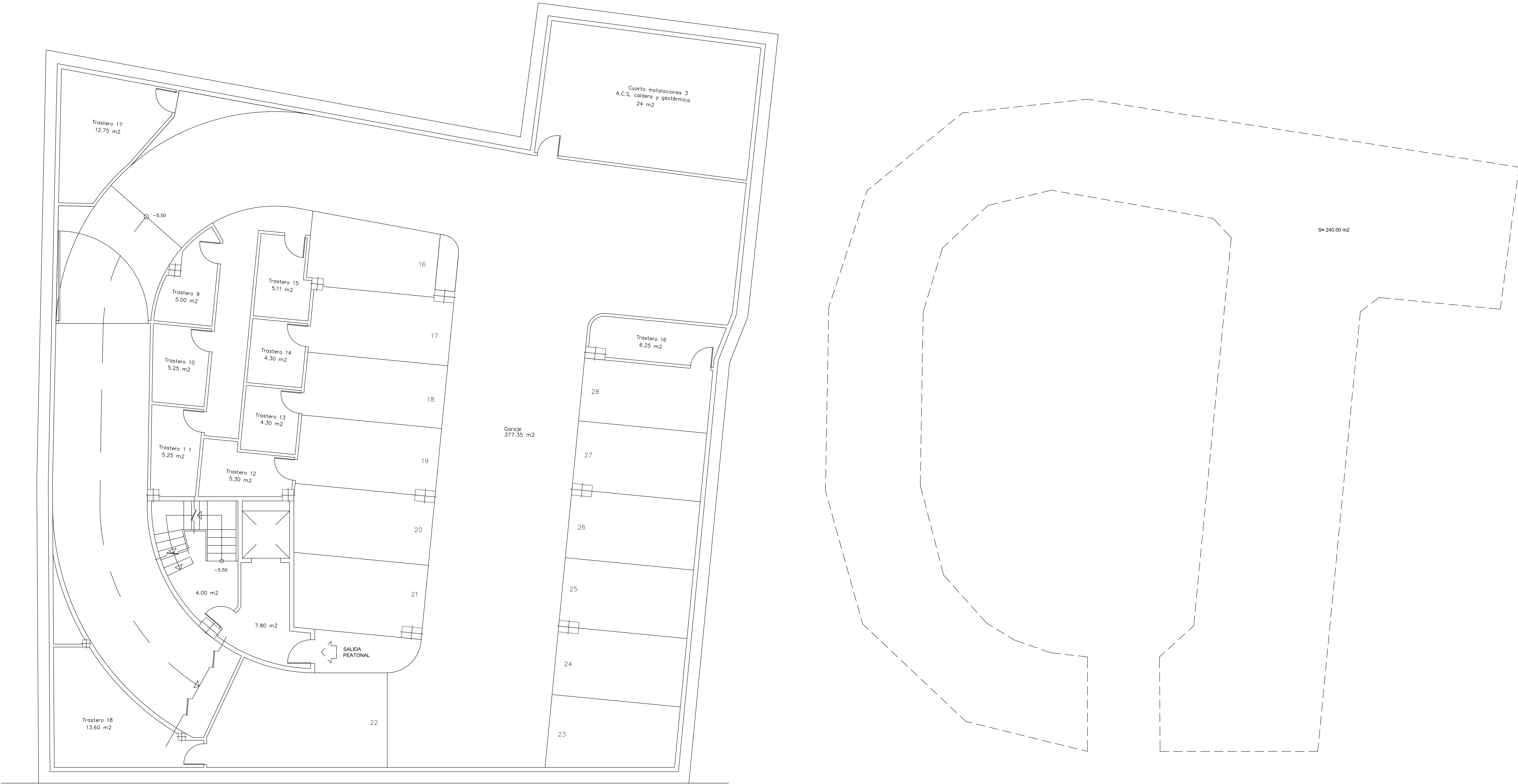
FECHA: SEPT-2017

ESCALA: 1:20000



PLANO Nº: 01

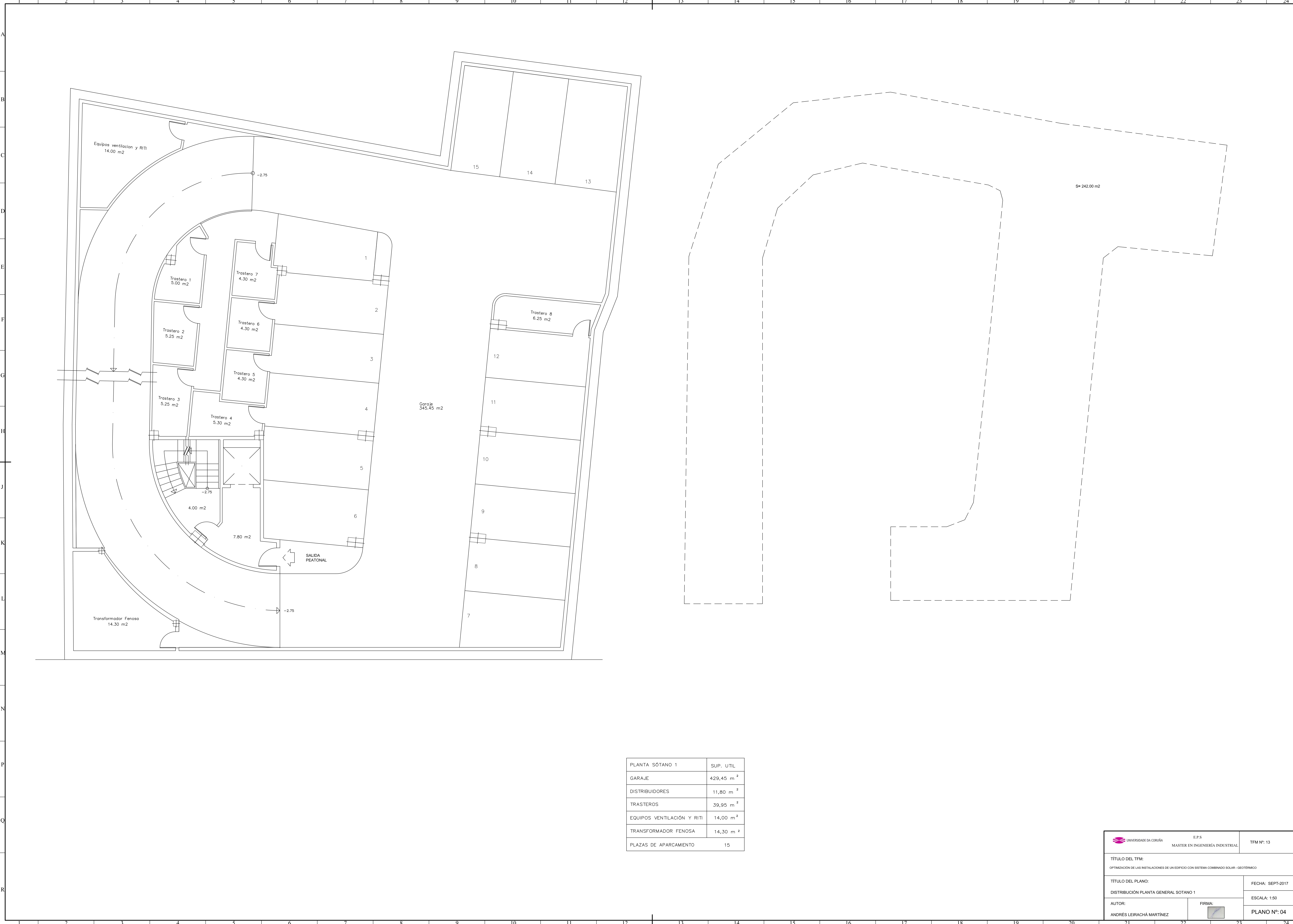


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 13	
TÍTULO DEL TFG:					
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO					
TÍTULO DEL PLANO:				FECHA: SEPT-2017	
EMPLAZAMIENTO				ESCALA: 1:200	
AUTOR:		FIRMA:		PLANO Nº: 02	
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ					




PLANTA SÓTANO 2	SUP. UTIL
Cuarto instalaciones 3	24,00 m ²
Distribuidores	11,80 m ²
GARAJE	431,35 m ²
TRASTEROS	67,11 m ²
ESCAL. Y ASCEN.	11,8 m ²
PLAZAS DE APARCAMIENTO	16

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA GENERAL SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 03



PLANTA SÓTANO 1	SUP. UTIL
GARAJE	429,45 m ²
DISTRIBUIDORES	11,80 m ²
TRASTEROS	39,95 m ²
EQUIPOS VENTILACIÓN Y RITI	14,00 m ²
TRANSFORMADOR FENOSA	14,30 m ²
PLAZAS DE APARCAMIENTO	15



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E.P.S

MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 13

TÍTULO DEL TFM:

OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:

DISTRIBUCIÓN PLANTA GENERAL SOTANO 1

AUTOR:

ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

FECHA:


SEPT-2017

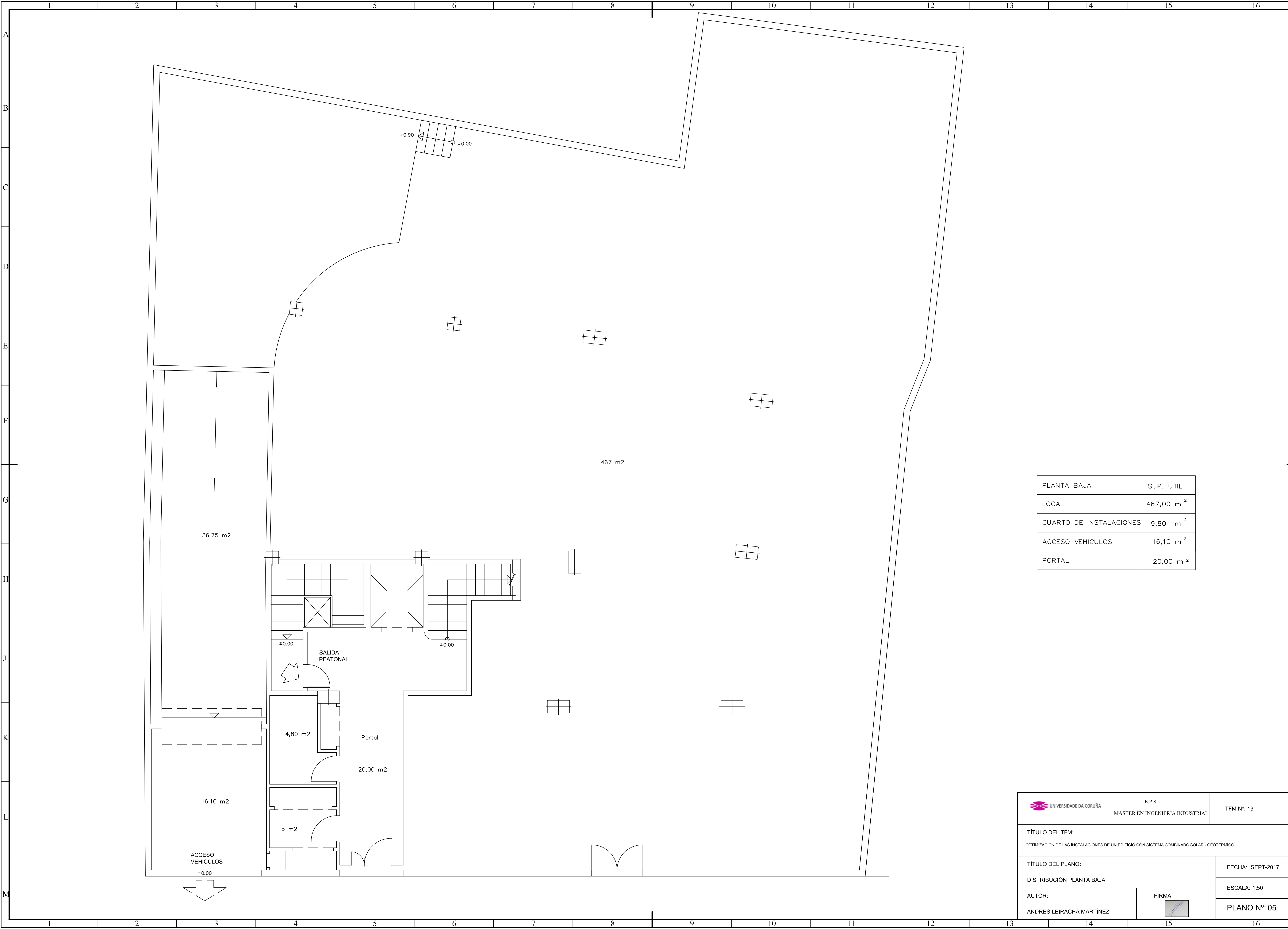
ESCALA:

1:50

PLANO Nº: 04

FIRMA:





PLANTA BAJA	SUP. UTIL
LOCAL	467,00 m ²
CUARTO DE INSTALACIONES	9,80 m ²
ACCESO VEHÍCULOS	16,10 m ²
PORTAL	20,00 m ²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E.P.S
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 13

TÍTULO DEL TFM:
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

AUTOR:
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

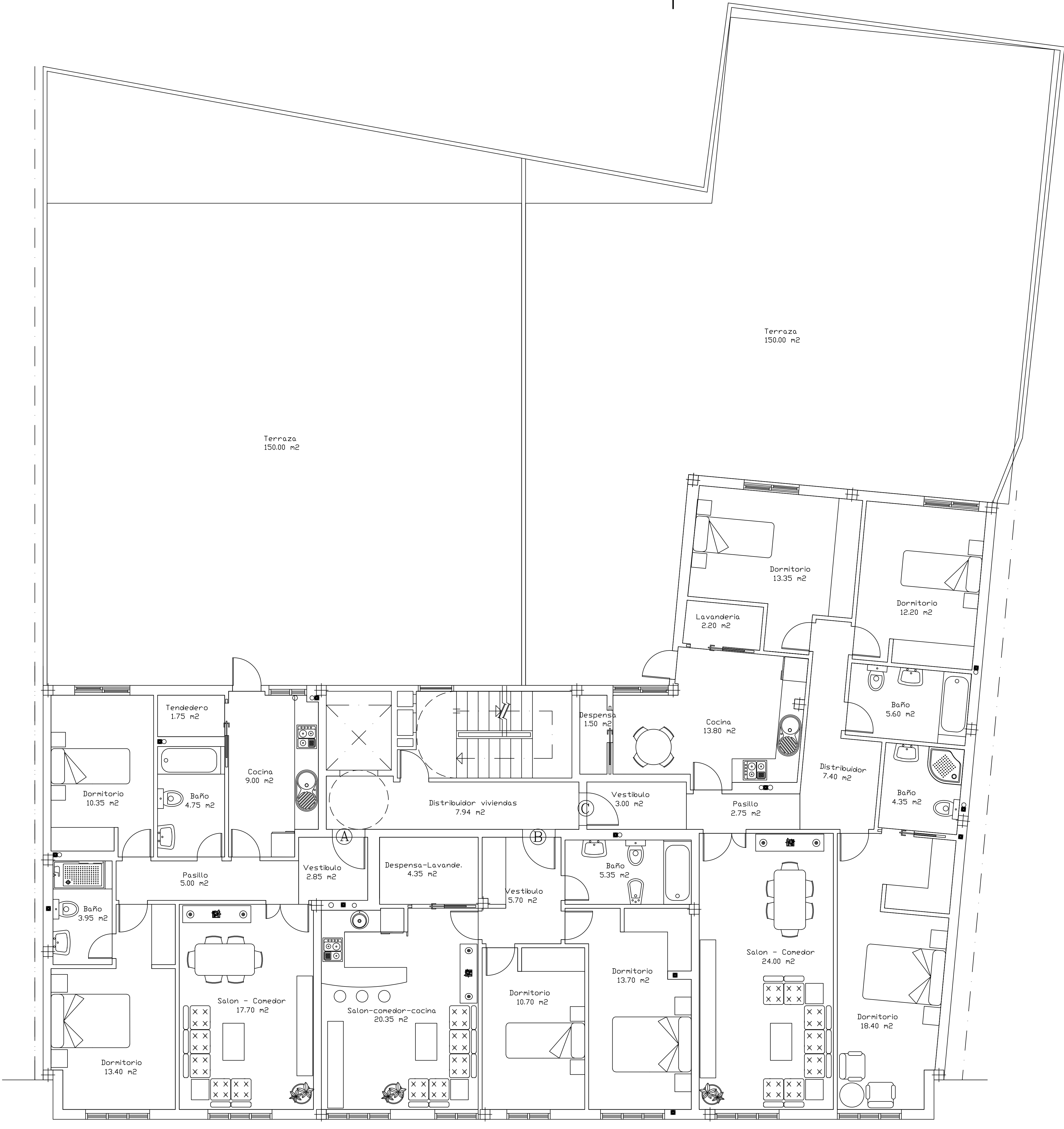
FECHA: SEPT-2017

ESCALA: 1:50

PLANO Nº: 05

FIRMA:





PLANTA	1ª	SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
Vivienda A		68.75 m ²	242.30 m ²	2
Vivienda B		59.55 m ²	65.95 m ²	2
Vivienda C		108.45 m ²	286.25 m ²	3
Superf. constr. total			594.50 m ²	

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

E.P.S
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 13

TÍTULO DEL TFM:
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA

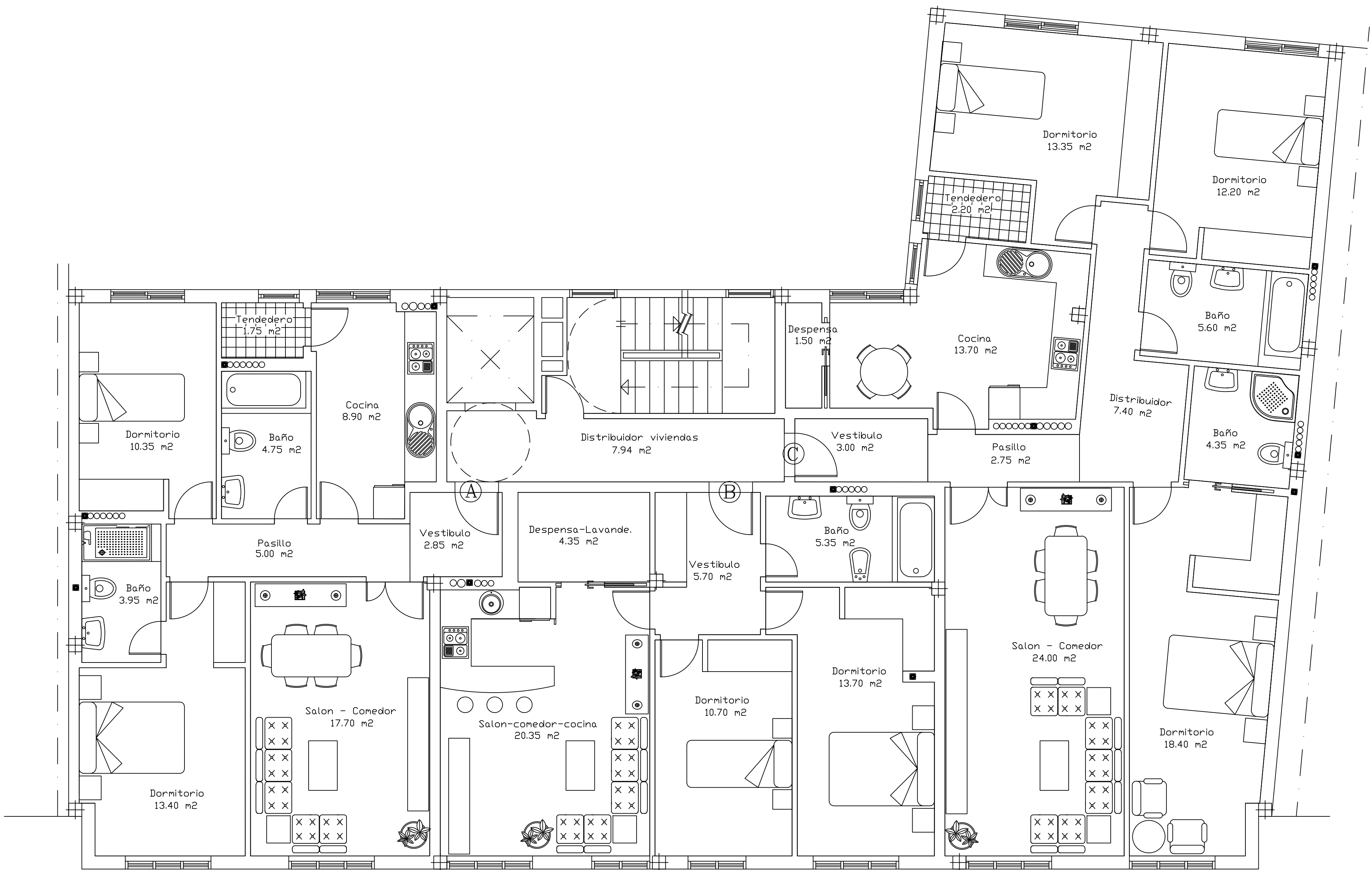
AUTOR:
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

FECHA: SEPT-2017

ESCALA: 1:50

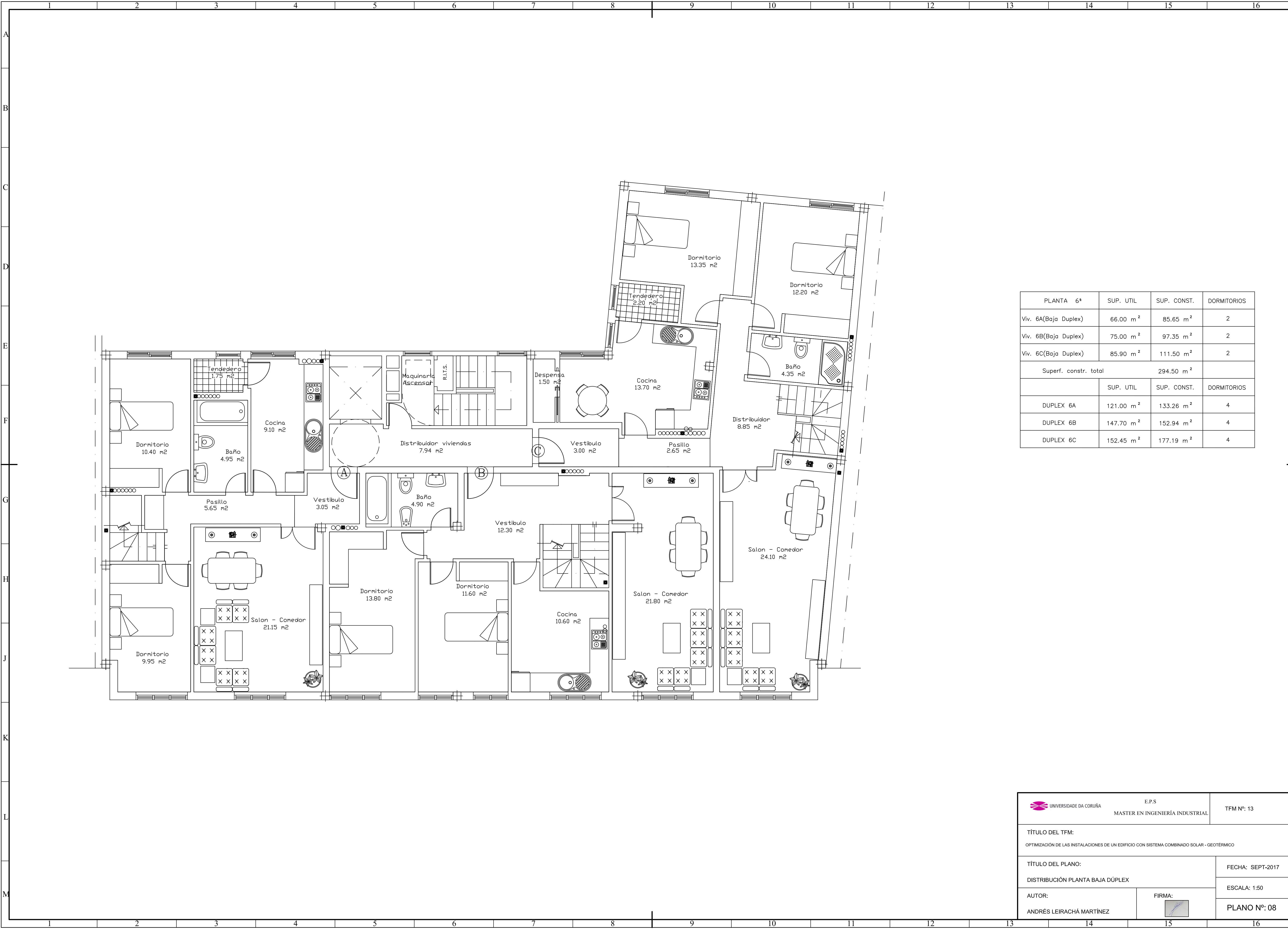
PLANO Nº: 06

FIRMA:

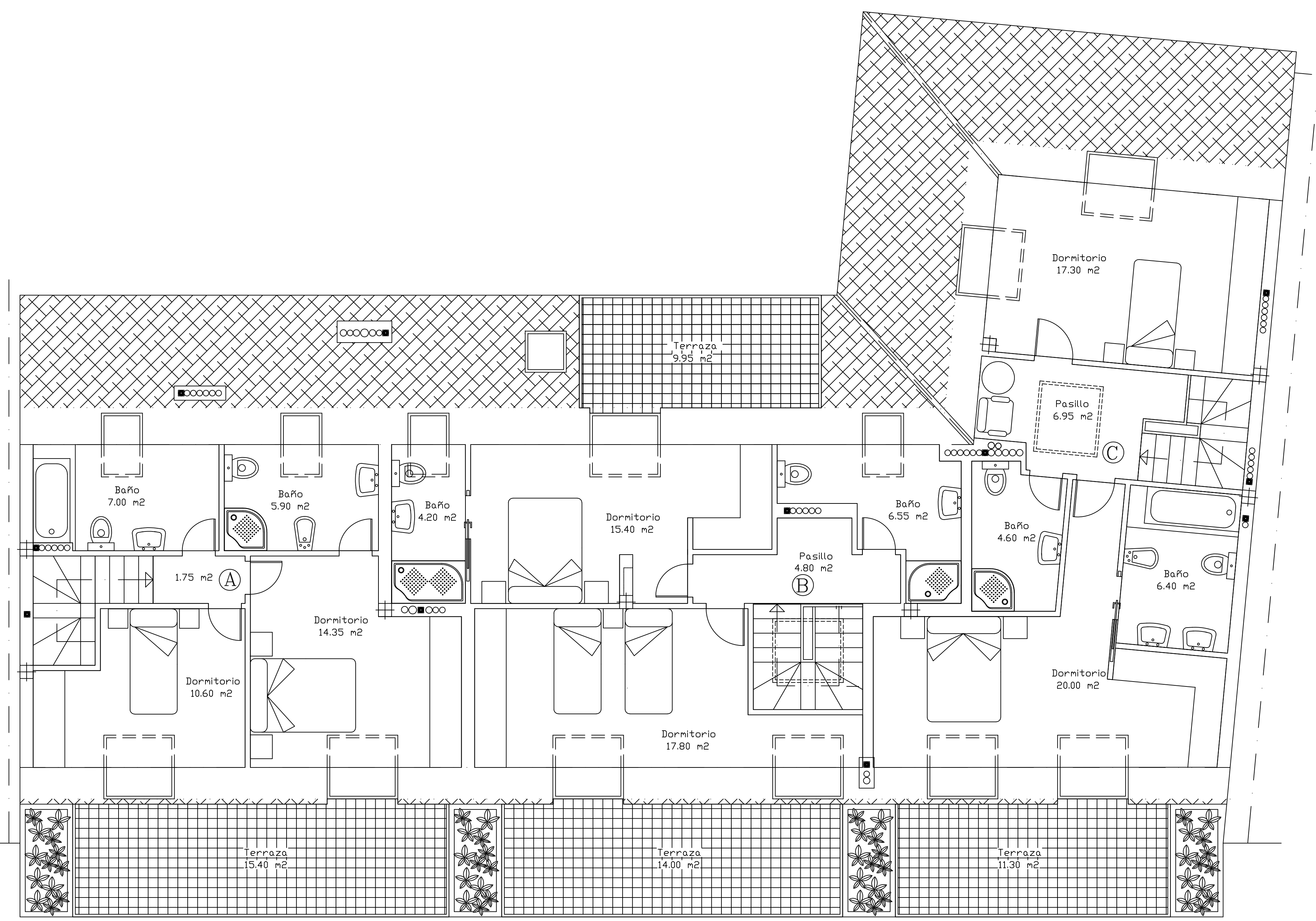
PLANTAS	2ª A 5ª	SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
Vivienda A		68.65 m ²	85.50 m ²	2
Vivienda B		60.15 m ²	74.15 m ²	2
Vivienda C		108.45 m ²	134.85 m ²	3
Superf. constr. total		294.50 m ²		

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTAS SEGUNDA A QUINTA		FECHA: SEPT-2017 ESCALA: 1:50
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	PLANO Nº: 07



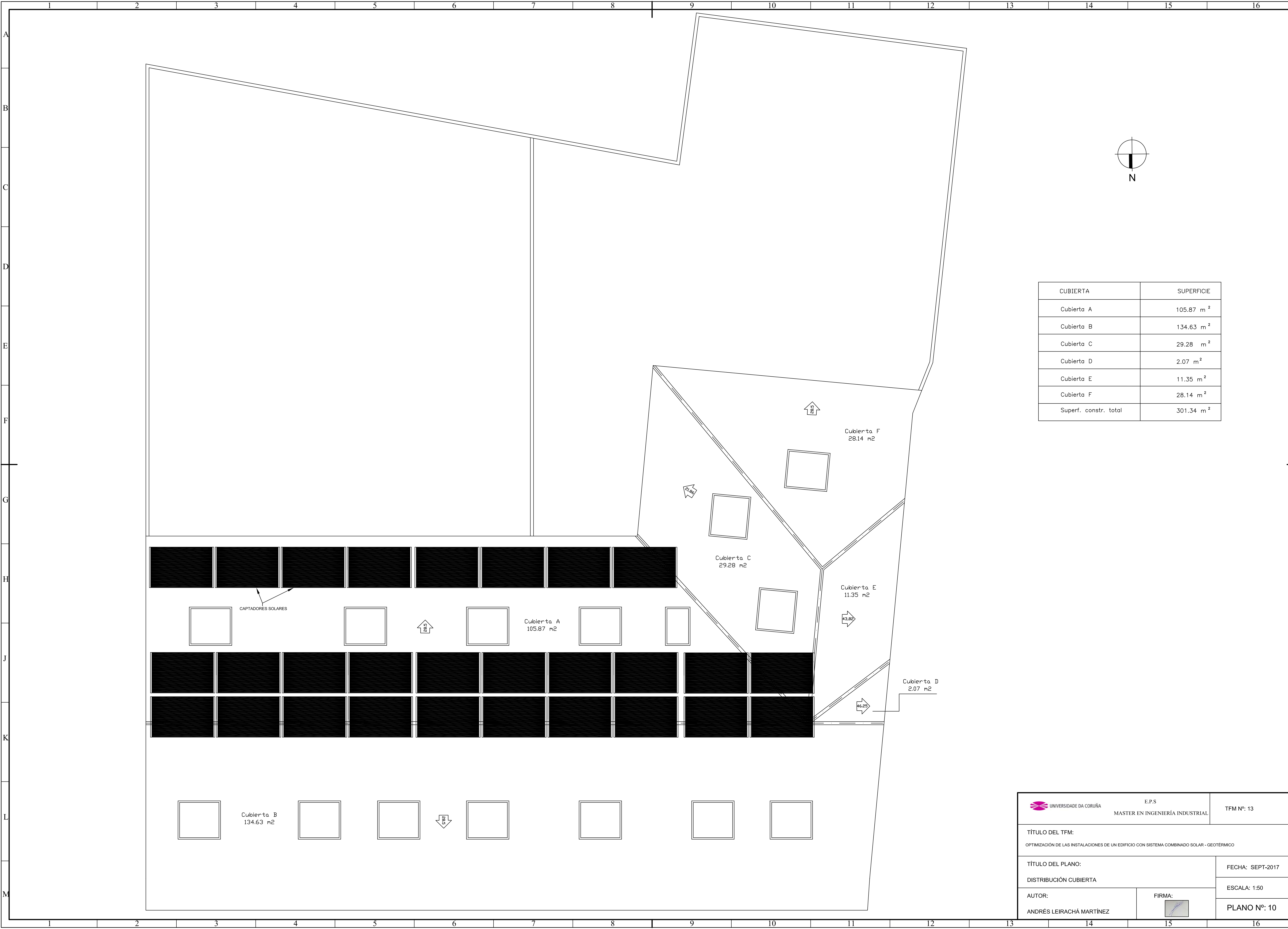
PLANTA 6*	SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
Viv. 6A(Baja Duplex)	66.00 m ²	85.65 m ²	2
Viv. 6B(Baja Duplex)	75.00 m ²	97.35 m ²	2
Viv. 6C(Baja Duplex)	85.90 m ²	111.50 m ²	2
Superf. constr. total		294.50 m ²	
	SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
DUPLEX 6A	121.00 m ²	133.26 m ²	4
DUPLEX 6B	147.70 m ²	152.94 m ²	4
DUPLEX 6C	152.45 m ²	177.19 m ²	4

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 08



PLANTA	BAJO CUBIERTA	SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
Viv. 6A(Alta Duplex)		55.00 m ²	67.03 m ²	2
Viv. 6B(Alta Duplex)		72.70 m ²	82.20 m ²	2
Viv. 6C(Alta Duplex)		66.55 m ²	75.20 m ²	2
Superf. constr. total		168.90 m ²		
		SUP. UTIL	SUP. CONST.	DORMITORIOS
DUPLEX 6A		121.00 m ²	133.26 m ²	4
DUPLEX 6B		147.70 m ²	152.94 m ²	4
DUPLEX 6C		152.45 m ²	177.19 m ²	4

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 09



CUBIERTA	SUPERFICIE
Cubierta A	105.87 m ²
Cubierta B	134.63 m ²
Cubierta C	29.28 m ²
Cubierta D	2.07 m ²
Cubierta E	11.35 m ²
Cubierta F	28.14 m ²
Superf. constr. total	301.34 m ²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA


E.P.S
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 13

TÍTULO DEL TFM:
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRIBUCIÓN CUBIERTA

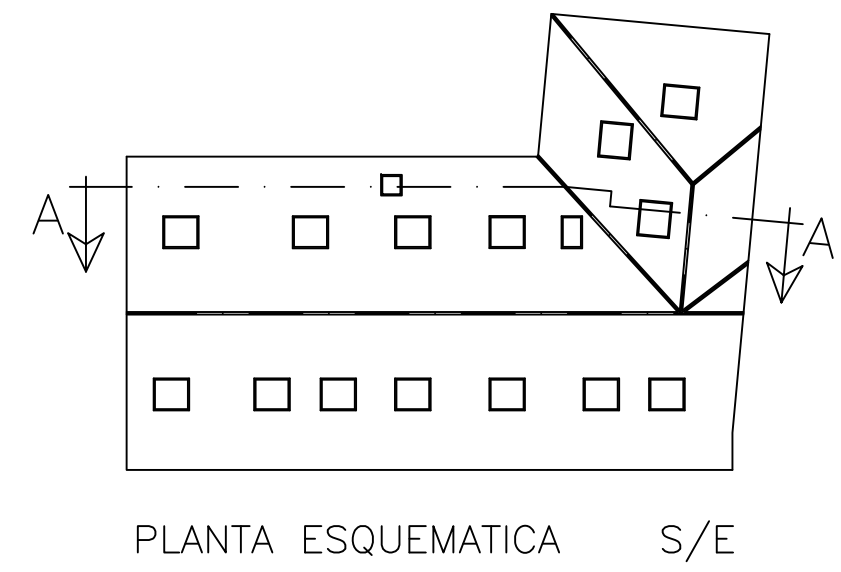
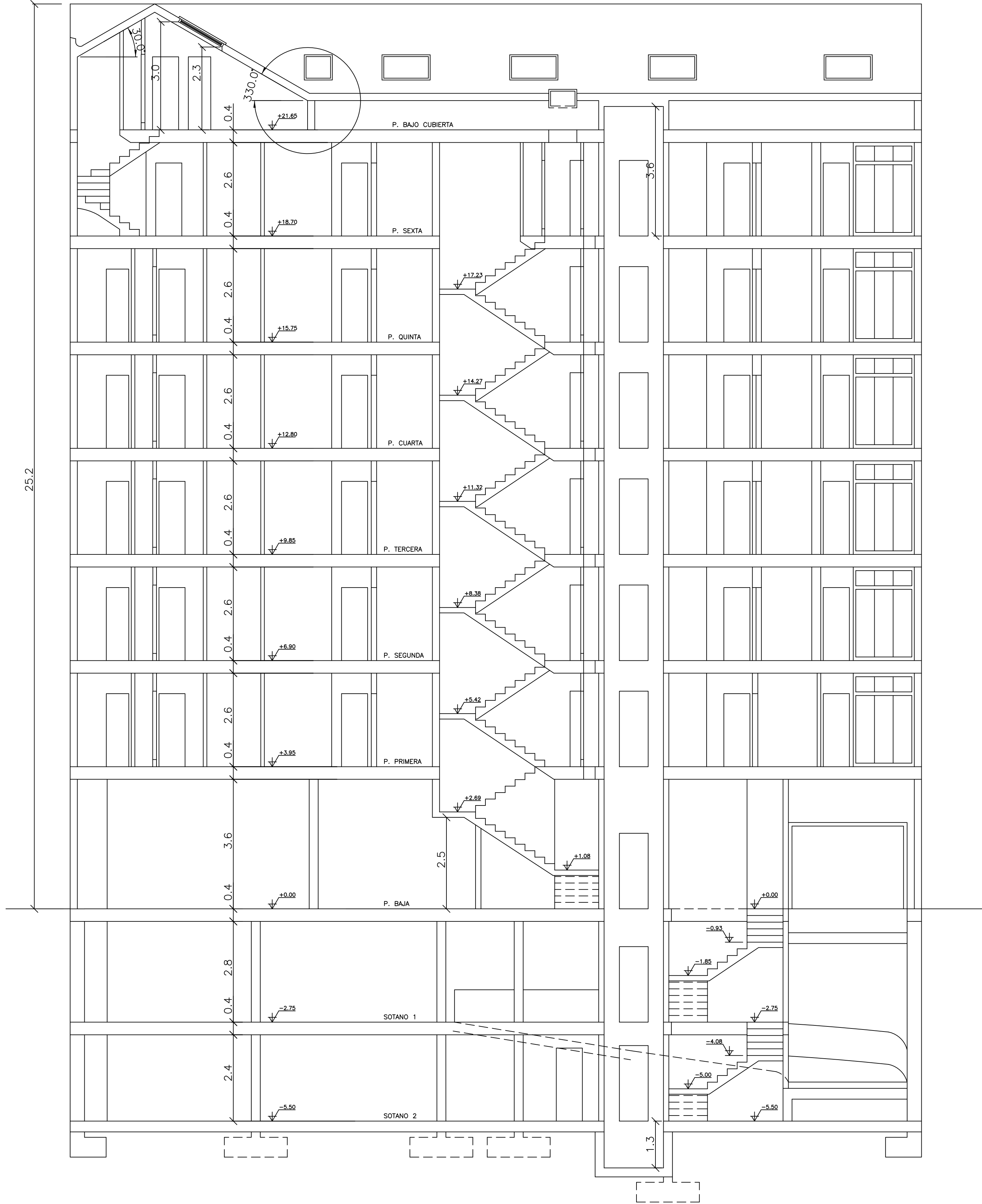
AUTOR:
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

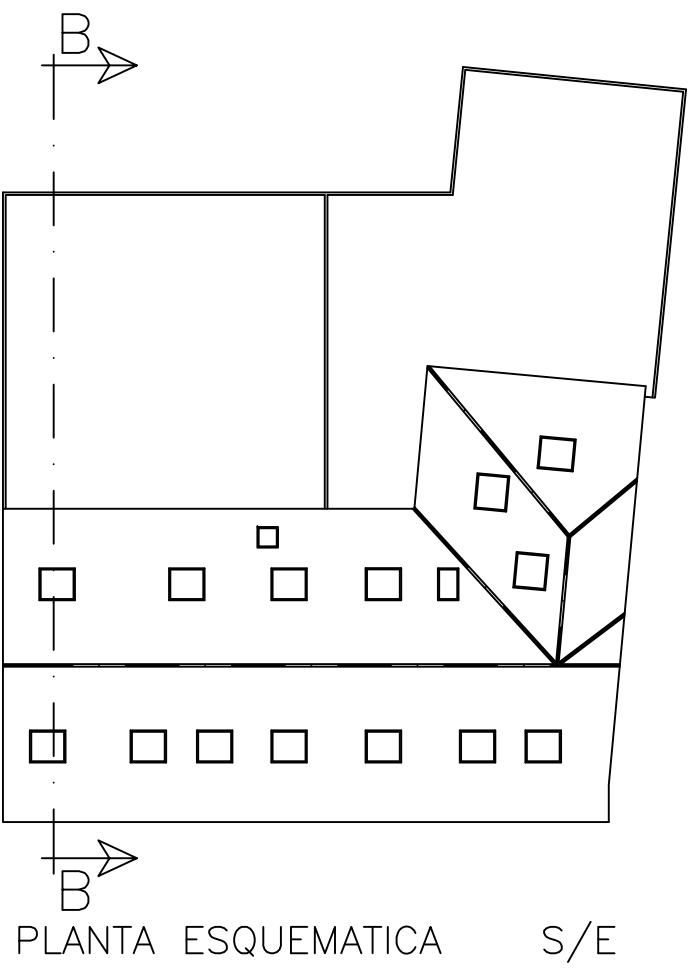
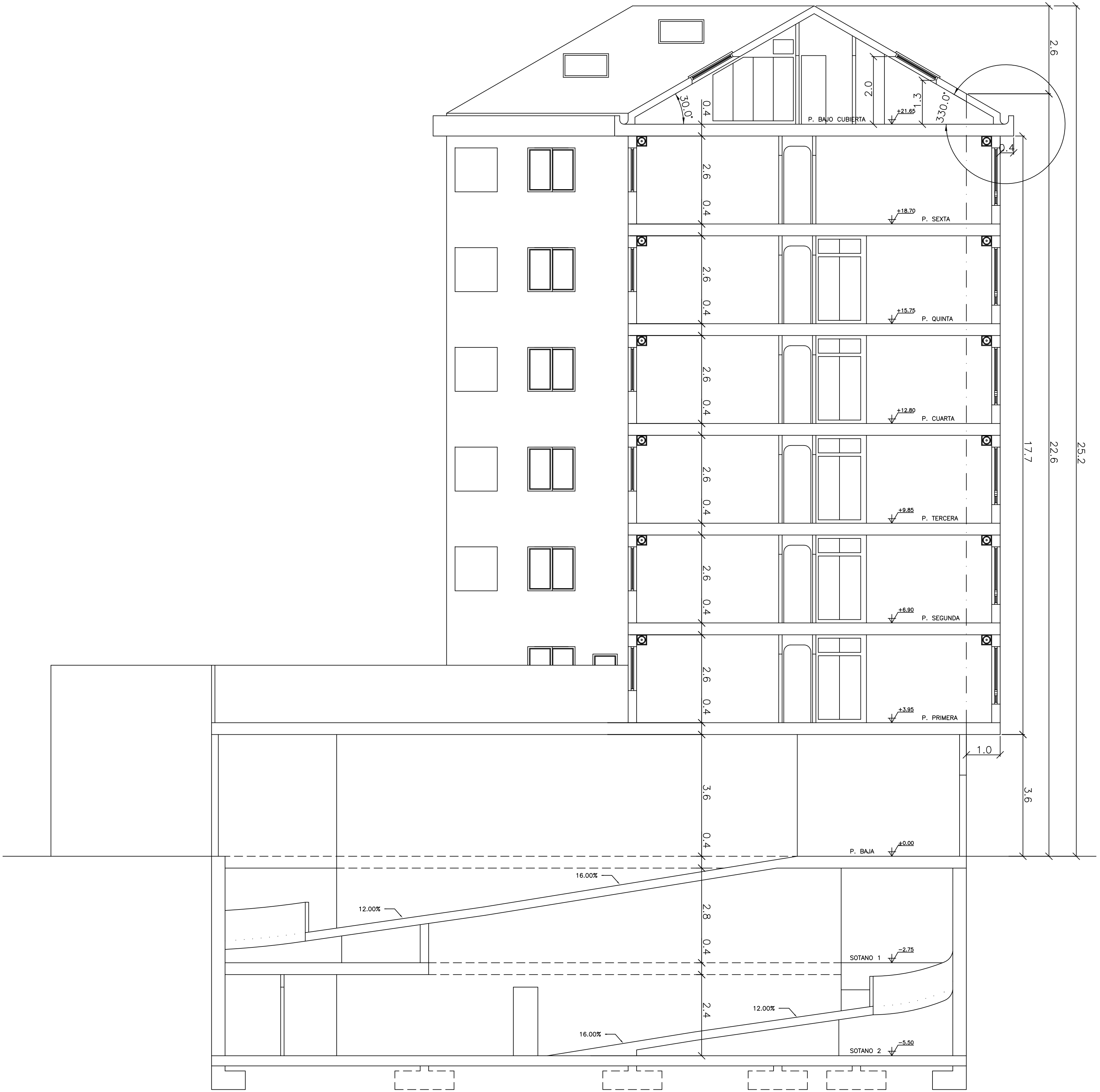
FIRMA:


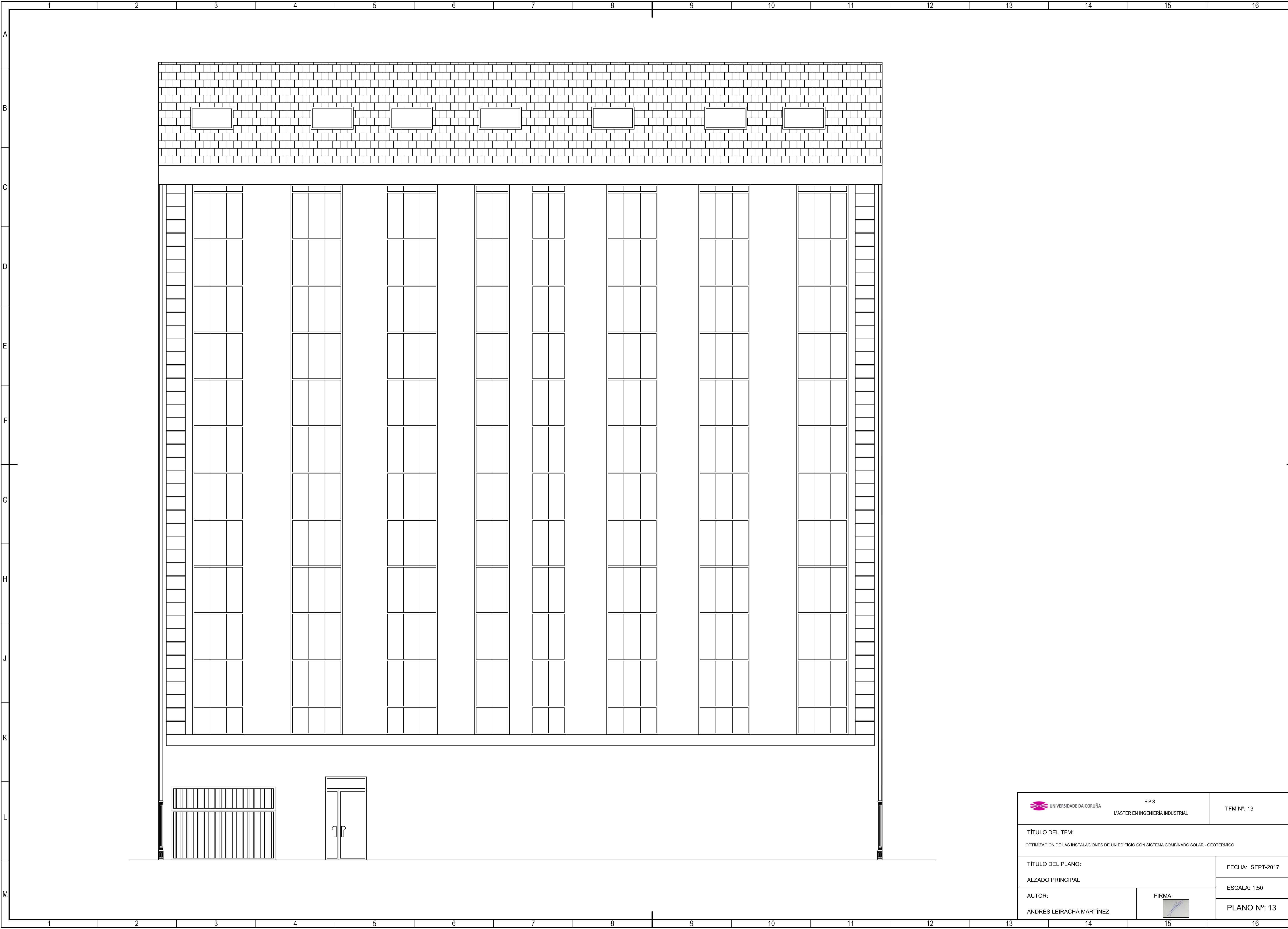
FECHA: SEPT-2017



ESCALA: 1:50

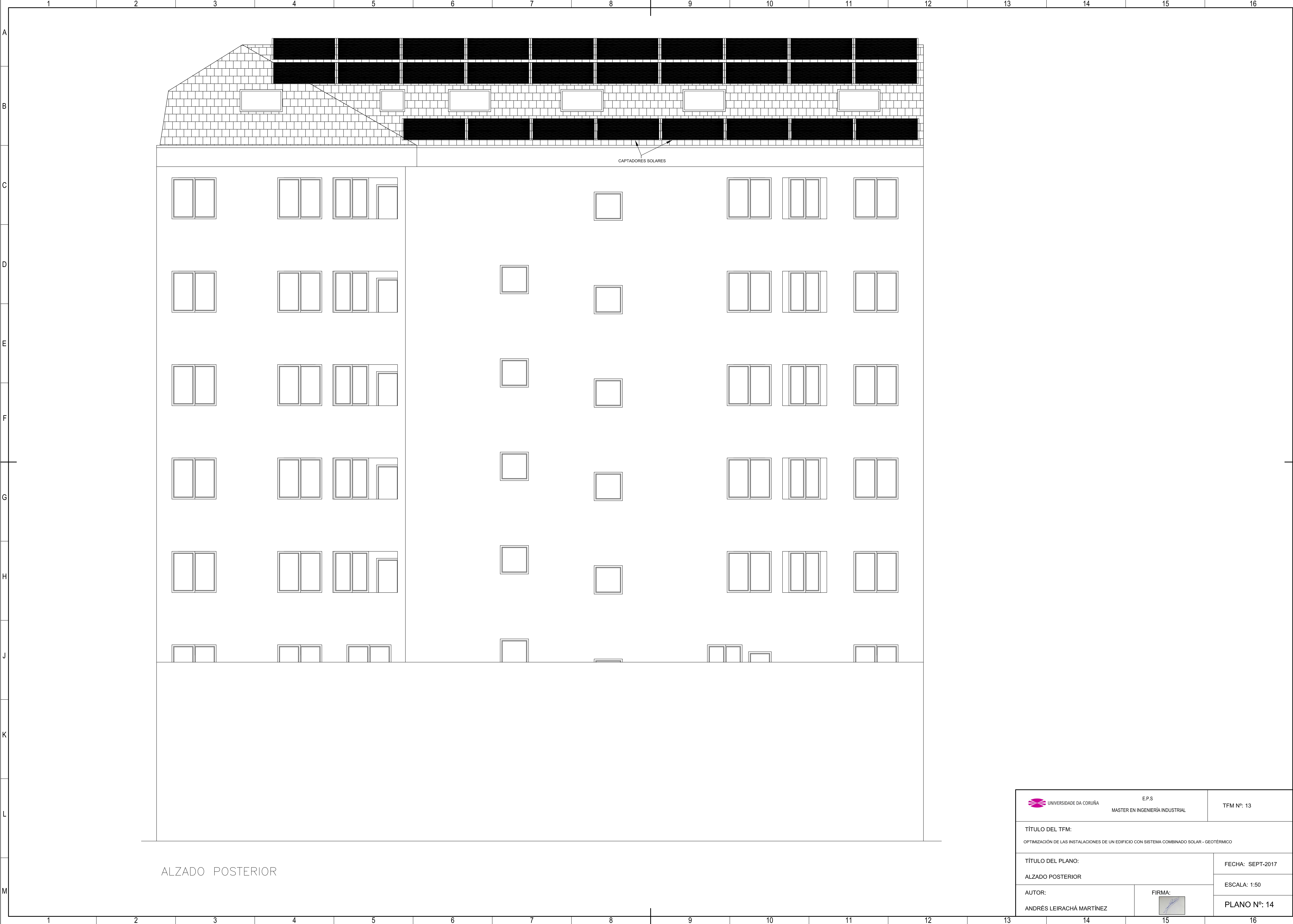
PLANO Nº: 10


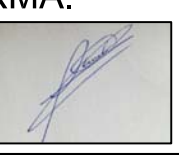


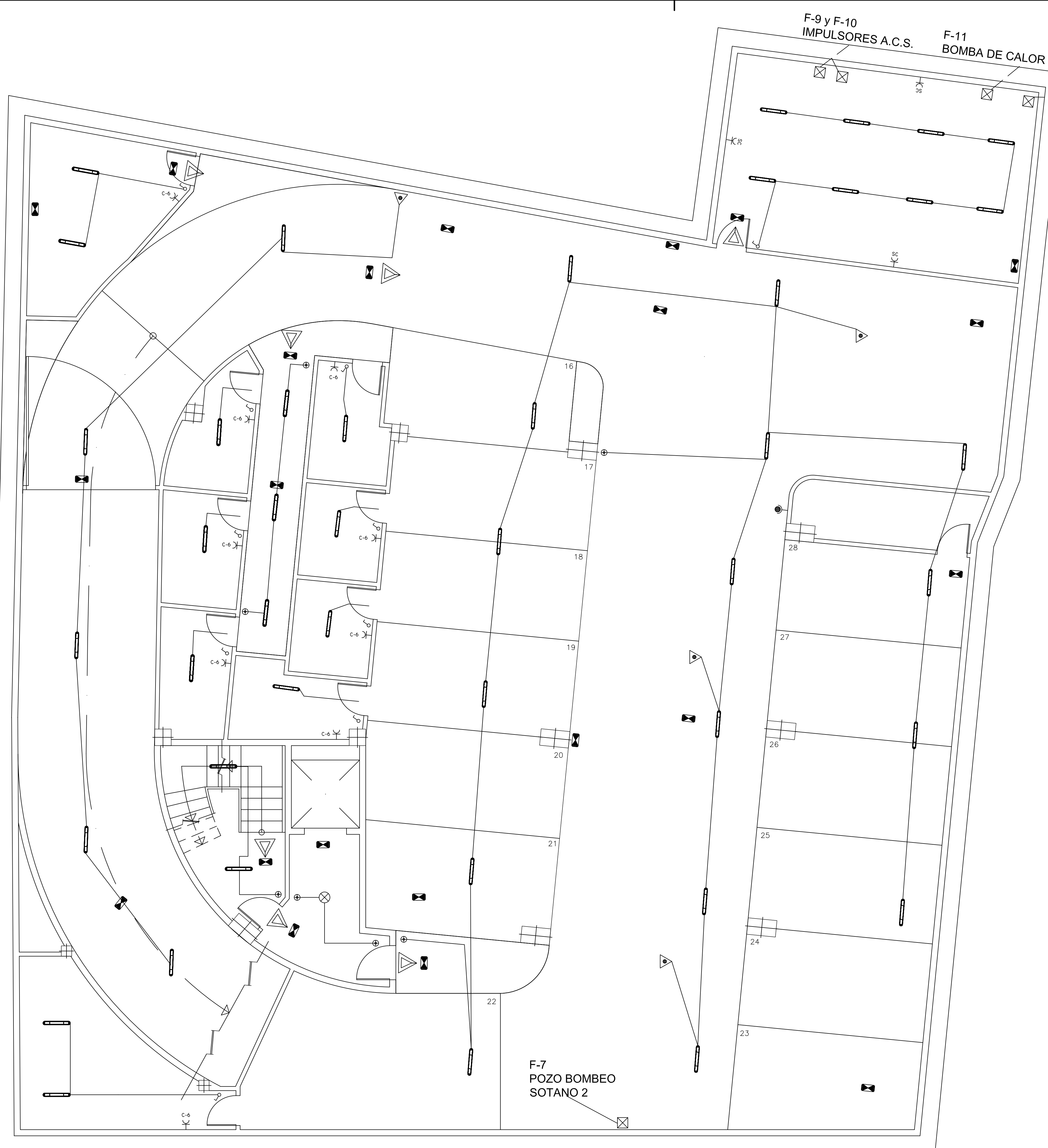




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: ALZADO PRINCIPAL			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		FIRMA: 	ESCALA: 1:50
			PLANO Nº: 13



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM N°: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: ALZADO POSTERIOR			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		FIRMA: 	ESCALA: 1:50
			PLANO N°: 14





F-9 y F-10
IMPULSORES A.C.S.


F-11
BOMBA DE CALOR


F-12 y F-13
IMPULSORES GEOTÉRMICA


F-7
POZO BOMBEO
SOTANO 2


 CUADRO ELECTRICO


 APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.


 INTERRUPTOR SENCILLO


 DETECTOR DE PRESENCIA


 TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.

 PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO

 EXTINTOR

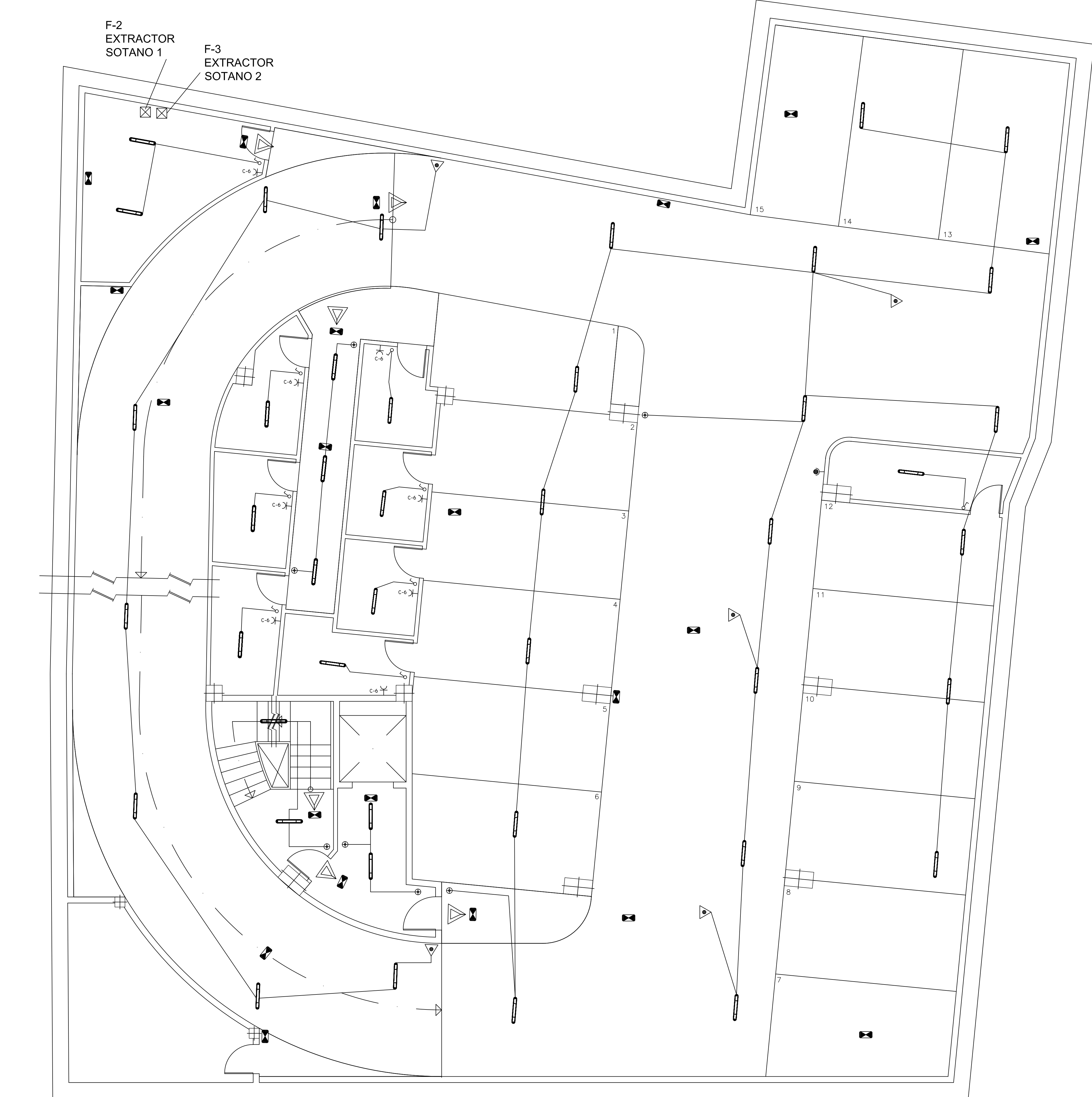
 PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO de 37,5W

 PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600 de 19W ESTANCA

 LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EVACUACIÓN DE 750LM.

LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

UNIVERSIDADE DA CORUÑA E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 15



CUADRO ELECTRICO

APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.

INTERRUPTOR SENCILLO

DETECTOR DE PRESENCIA

TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.

PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO

EXTINTOR

PHILIPS BBS560 1xLED33S/840 AC-MLO de 37,5W

PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600 de 19W
ESTANCA

LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE
EVACUACIÓN DE 750LM.

LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON
LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

<div><div></div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div></div> <div><div>E.P.S</div><div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div></div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA SOTANO 1		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 16



CUADRO ELECTRICO

APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.

INTERRUPTOR SENCILLO

DETECTOR DE PRESENCIA

TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.

PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO

EXTINTOR

PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO de 37,5W

PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600 de 19W
ESTANCA

PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 de 13,5W
ESTANCA

LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE
EVACUACIÓN DE 750LM.

LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON
LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

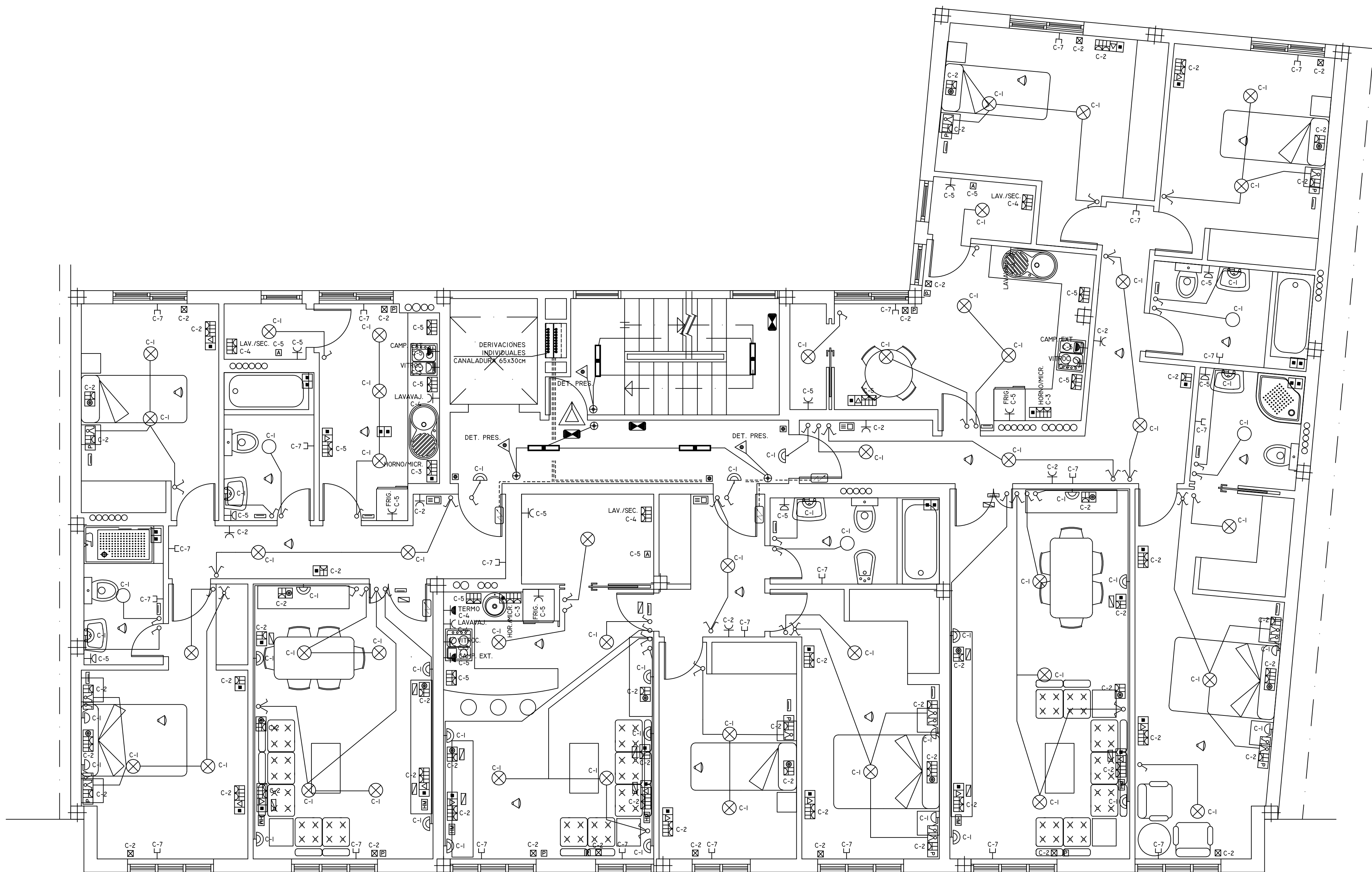
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA BAJA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 17



	CUADRO ELECTRICO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	VIDEOPORTERO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 25 A. H=0,20M.
	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,80M.
	PHILIPS DN450B 1Xdlm 2000/830		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=1,80M.
	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 de 13,5W ESTANCA		TOMA ANTENA TV
	APLIQUE DECORATIVO IXLED 9 W		TOMA TELEFONO
	APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.		PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO
	INTERRUPTOR CONMUTADO		TIMBRE
	INTERRUPTOR CRUZAMIENTO		TOMA CORRIENTE CALEFACCION
	INTERRUPTOR SENCILLO		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	APLIQUE MESILLAS DE ILEDX 9 W		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=1,10M.
	MANDO HILO MUSICAL		BASE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	TOMA PARA PERSIANAS		BASE ENCHUFE Y TOMA DE TELÉFONO
	ALTAVOZ HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	PREVISIÓN ICT		BASE ENCHUFE, TOMA ANTENA TV Y PREVISIÓN
	CAJA CENTRAL HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y TOMA DE TLF.
	MOTORIZACION ASPIRACION CENTRALIZADA		BASE DOBLE ENCHUFE, TOMA ANTENA T.V. Y PREVISIÓN
	INTERRUPTOR PERSIANA		BASE ENCHUFE Y TOMA ANTENA T.V.
	DETECTOR DE PRESENCIA		BASE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA, ENCHUFE Y TOMA TLF.
	BASE INTERRUPTOR CONMUTADO, ENCHUFE E INTERRUPTOR PERSIANA		BASE INTERRUPTOR E INT. PERSIANA
	BASE DOBLE INTERRUPTOR Y ENCHUFE		2 TUBOS DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES
	BASE DOBLE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA Y ENCHUFE		LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EVACUACIÓN DE 750LM.

LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

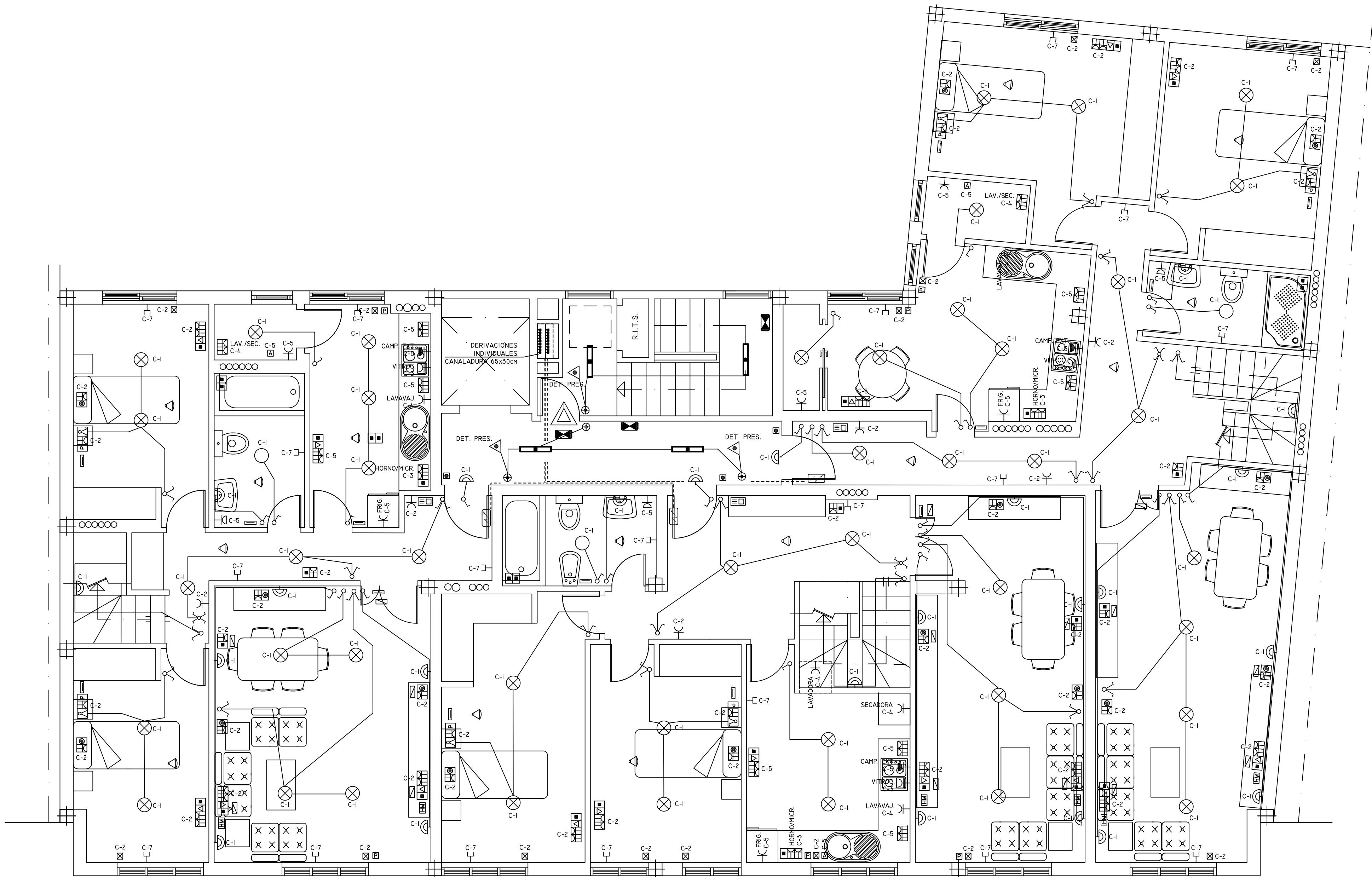
		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA PRIMERA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 18



	CUADRO ELECTRICO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	VIDEOPORTERO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 25 A. H=0,20M.
	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,80M.
	PHILIPS DN450B 1Xd1m 2000/830		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=1,80M.
	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 de 13,5W ESTANCA		TOMA ANTENA TV
	APLIQUE DECORATIVO 1XLED 9 W		TOMA TELEFONO
	APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.		PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO
	INTERRUPTOR CONMUTADO		TIMBRE
	INTERRUPTOR CRUZAMIENTO		TOMA CORRIENTE CALEFACCION
	INTERRUPTOR SENCILLO		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	APLIQUE MESILLAS DE ILEDX 9 W		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=1,00M.
	MANDO HILO MUSICAL		BASE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	TOMA PARA PERSIANAS		BASE ENCHUFE Y TOMA DE TELÉFONO
	ALTAVOZ HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	PREVISIÓN ICT		BASE ENCHUFE, TOMA ANTENA TV Y PREVISIÓN
	CAJA CENTRAL HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y TOMA DE TLF.
	MOTORIZACION ASPIRACION CENTRALIZADA		BASE DOBLE ENCHUFE, TOMA ANTENA T.V. Y PREVISIÓN
	INTERRUPTOR PERSIANA		BASE ENCHUFE Y TOMA ANTENA T.V.
	DETECTOR DE PRESENCIA		BASE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA, ENCHUFE Y TOMA TLF.
	BASE INTERRUPTOR CONMUTADO, ENCHUFE E INTERRUPTOR PERSIANA		BASE INTERRUPTOR E INT. PERSIANA
	BASE DOBLE INTERRUPTOR Y ENCHUFE		2 TUBOS DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES
	BASE DOBLE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA Y ENCHUFE		LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EVACUACIÓN DE 750LM.



LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

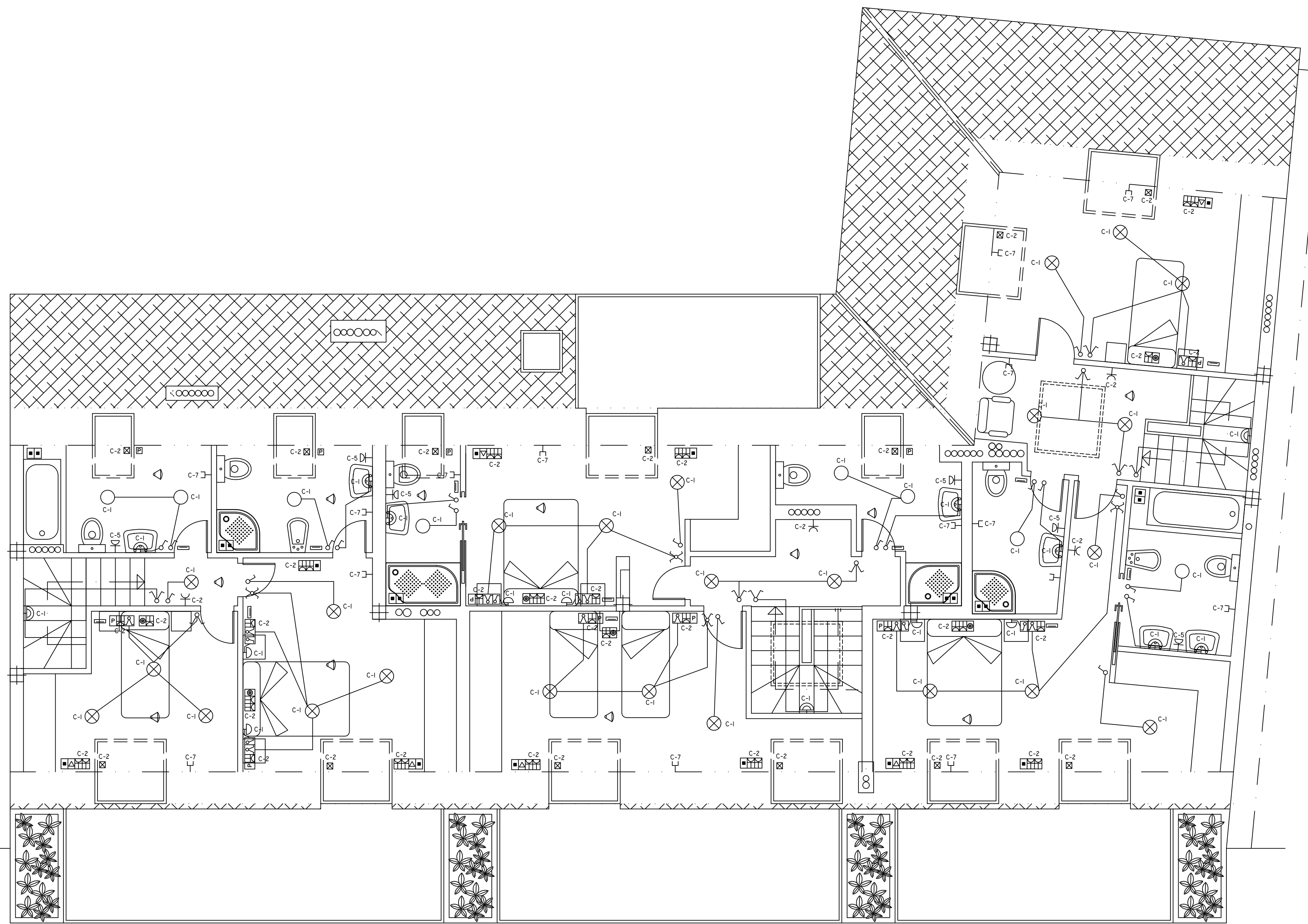
UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA SEGUNDA A QUINTA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 19



	CUADRO ELECTRICO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	VIDEOPORTERO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 25 A. H=0,20M.
	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,80M.
	PHILIPS DN450B 1Xd1m 2000/830		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=1,80M.
	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 de 13,5W ESTANCA		TOMA ANTENA TV
	APLIQUE DECORATIVO 1XLED 9 W		TOMA TELEFONO
	APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.		PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO
	INTERRUPTOR CONMUTADO		TIMBRE
	INTERRUPTOR CRUZAMIENTO		TOMA CORRIENTE CALEFACCION
	INTERRUPTOR SENCILLO		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	APLIQUE MESILLAS DE ILEDX 9 W		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=1,10M.
	MANDO HILO MUSICAL		BASE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	TOMA PARA PERSIANAS		BASE ENCHUFE Y TOMA DE TELÉFONO
	ALTAVOZ HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	PREVISIÓN ICT		BASE ENCHUFE, TOMA ANTENA TV Y PREVISIÓN
	CAJA CENTRAL HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y TOMA DE TLF.
	MOTORIZACION ASPIRACION CENTRALIZADA		BASE DOBLE ENCHUFE, TOMA ANTENA T.V. Y PREVISIÓN
	INTERRUPTOR PERSIANA		BASE ENCHUFE Y TOMA ANTENA T.V.
	DETECTOR DE PRESENCIA		BASE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA, ENCHUFE Y TOMA TLF.
	BASE INTERRUPTOR CONMUTADO, ENCHUFE E INTERRUPTOR PERSIANA		BASE INTERRUPTOR E INT. PERSIANA
	BASE DOBLE INTERRUPTOR Y ENCHUFE		2 TUBOS DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES
	BASE DOBLE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA Y ENCHUFE		LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EVACUACIÓN DE 750LM.



LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

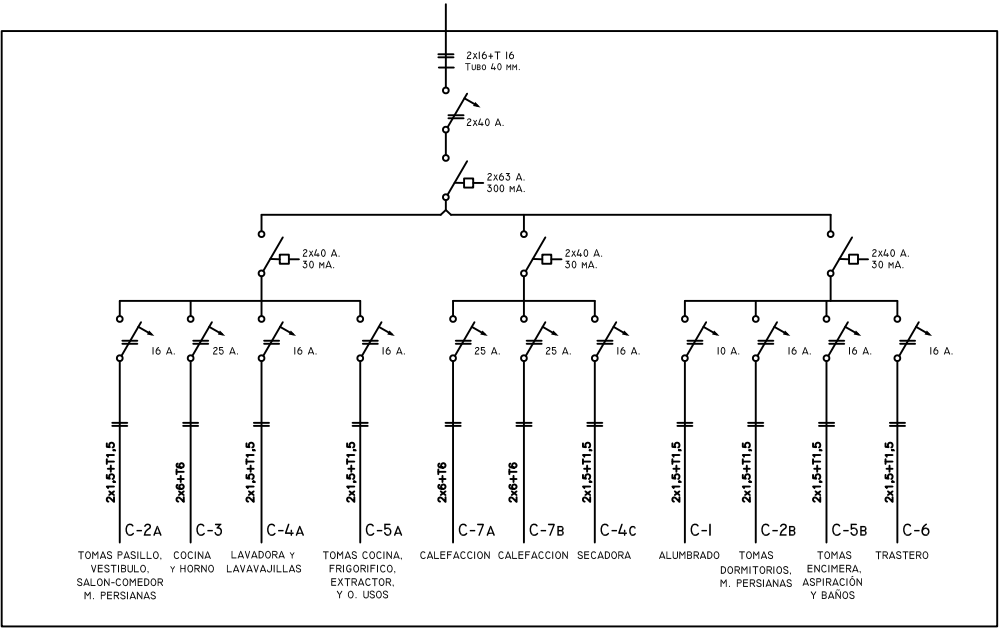
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA BAJA DUPLEX			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 20



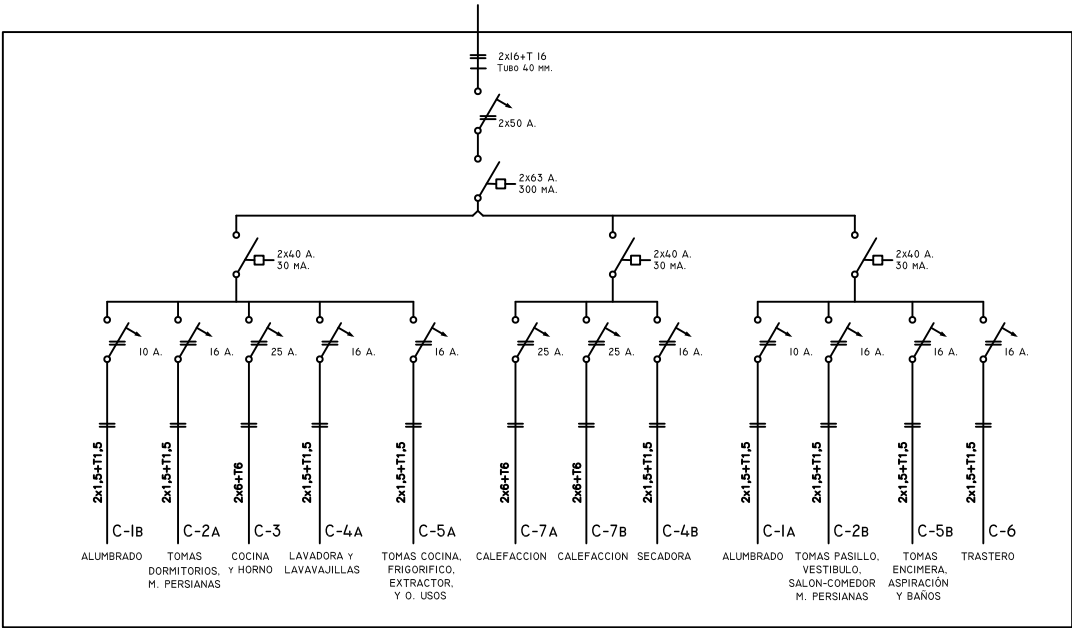
	CUADRO ELECTRICO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	VIDEOPORTERO		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 25 A. H=0,20M.
	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=0,80M.
	PHILIPS DN450B 1Xdlm 2000/830		TOMA DE CORRIENTE 2P+T DE 16 A. H=1,80M.
	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10 de 13,5W ESTANCA		TOMA ANTENA TV
	APLIQUE DECORATIVO 1XLED 9 W		TOMA TELEFONO
	APARATO AUTONOMO DE EMERGENCIA DE 750LM.		PULSADOR ESTANCO Y LUMINOSO
	INTERRUPTOR CONMUTADO		TIMBRE
	INTERRUPTOR CRUZAMIENTO		TOMA CORRIENTE CALEFACCION
	INTERRUPTOR SENCILLO		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=0,20M.
	APLIQUE MESILLAS DE ILEDX 9 W		BASE DOBLE ENCHUFE 2P+T DE 16 A. H=1,10M.
	MANDO HILO MUSICAL		BASE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	TOMA PARA PERSIANAS		BASE ENCHUFE Y TOMA DE TELÉFONO
	ALTAVOZ HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y PREVISIÓN
	PREVISIÓN ICT		BASE ENCHUFE, TOMA ANTENA TV Y PREVISIÓN
	CAJA CENTRAL HILO MUSICAL		BASE DOBLE ENCHUFE Y TOMA DE TLF.
	MOTORIZACION ASPIRACION CENTRALIZADA		BASE DOBLE ENCHUFE, TOMA ANTENA T.V. Y PREVISIÓN
	INTERRUPTOR PERSIANA		BASE ENCHUFE Y TOMA ANTENA T.V.
	DETECTOR DE PRESENCIA		BASE DOBLE ENCHUFE Y TOMA TLF.
	BASE INTERRUPTOR CONMUTADO, ENCHUFE E INTERRUPTOR PERSIANA		BASE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA, ENCHUFE Y TOMA TLF.
	BASE DOBLE INTERRUPTOR Y ENCHUFE		BASE INTERRUPTOR E INT. PERSIANA
	BASE DOBLE INTERRUPTOR, INT. PERSIANA Y ENCHUFE		2 TUBOS DE ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES
			LUMINARIA DE SEÑALIZACIÓN DE SALIDA DE EVACUACIÓN DE 750LM.

LOS NUMEROS AL LADO DE CADA APARATO SE CORRESPONDEN CON LOS CIRCUITOS INDICADOS EN LOS ESQUEMAS UNIFILARES.

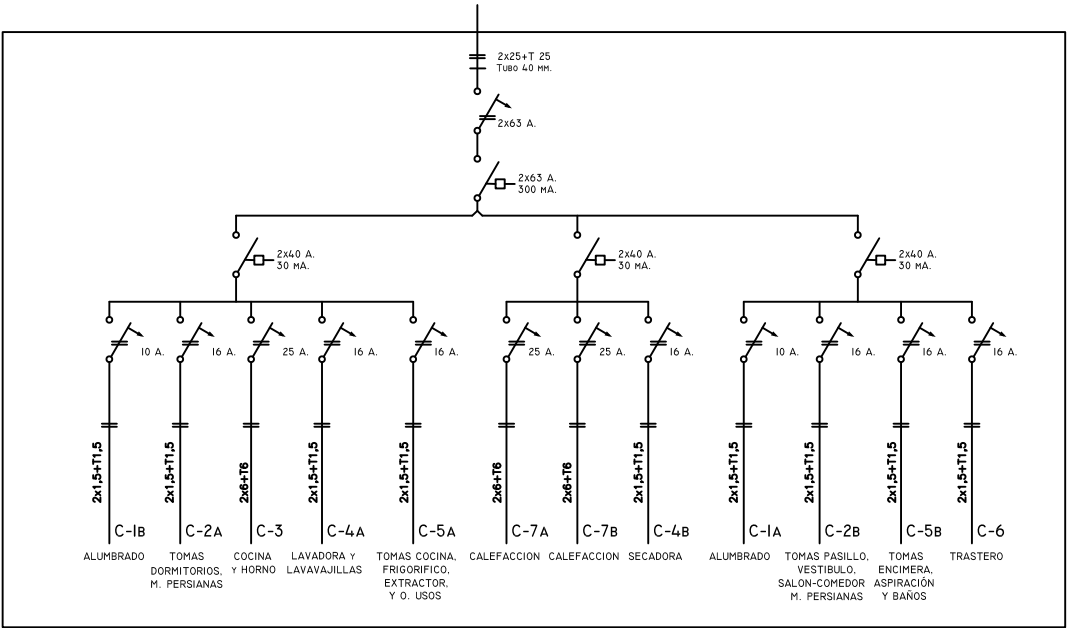
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION ELECTRICA PLANTA BALTA DUPLEX			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 21



CUADRO VIVIENDA TIPO A Y B
PLANTAS 1º A 5º



CUADRO VIVIENDA TIPO C
PLANTAS 1º A 5º



CUADRO VIVIENDA TIPO DUPLEX A,B Y C
PLANTA DÚPLEX



E.P.S
MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TFM Nº: 13

TÍTULO DEL TFM:
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO

TÍTULO DEL PLANO:
ESQUEMAS UNIFILARES VIVIENDAS

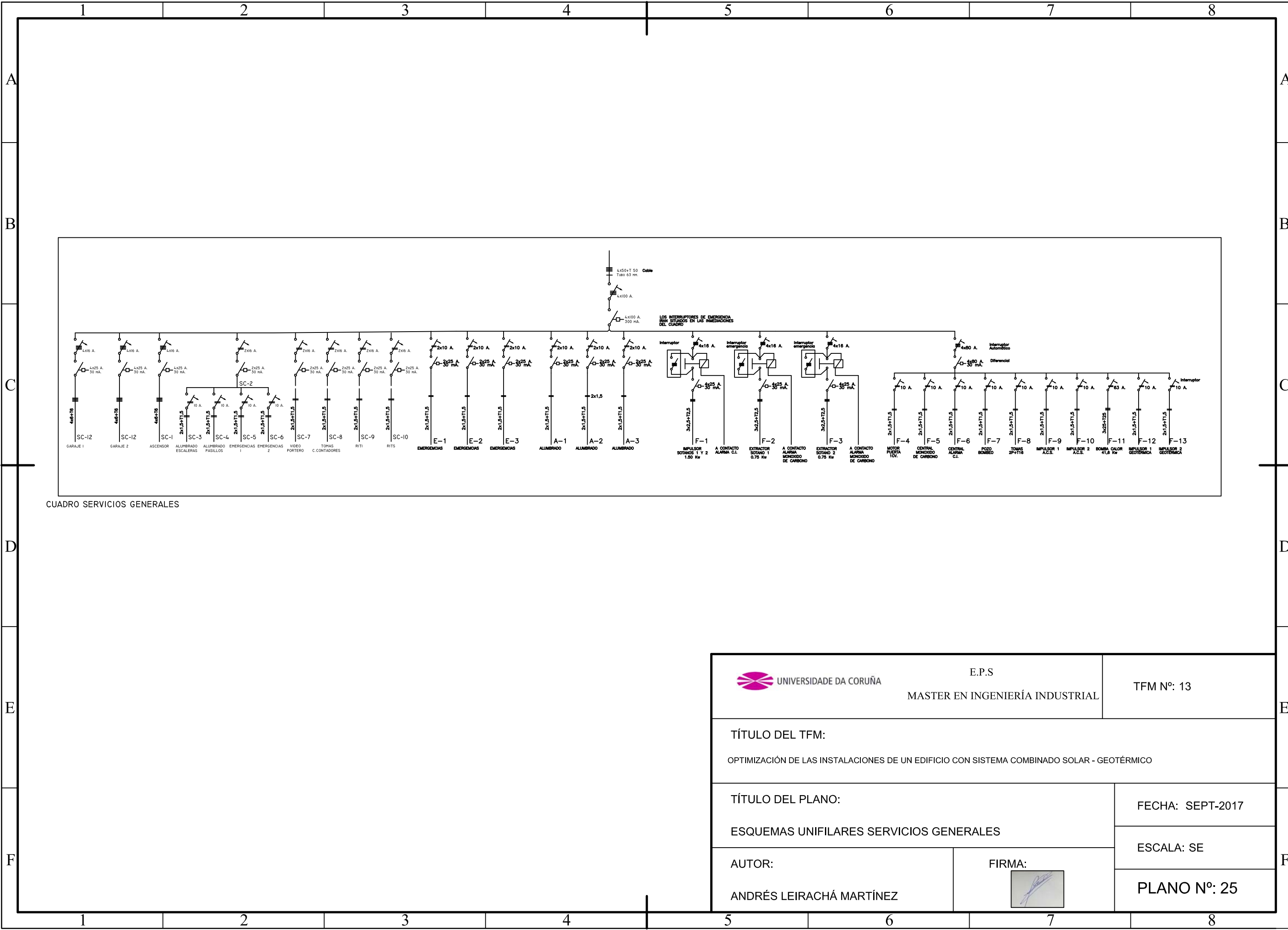
FECHA: SEPT-2017

ESCALA: SE


AUTOR:
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ

FIRMA:

PLANO Nº: 24



CUADRO SERVICIOS GENERALES

<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMAS UNIFILARES SERVICIOS GENERALES		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: SE
FIRMA: 		PLANO Nº: 25



Leyenda Fontanería

LLAVE DE PASO

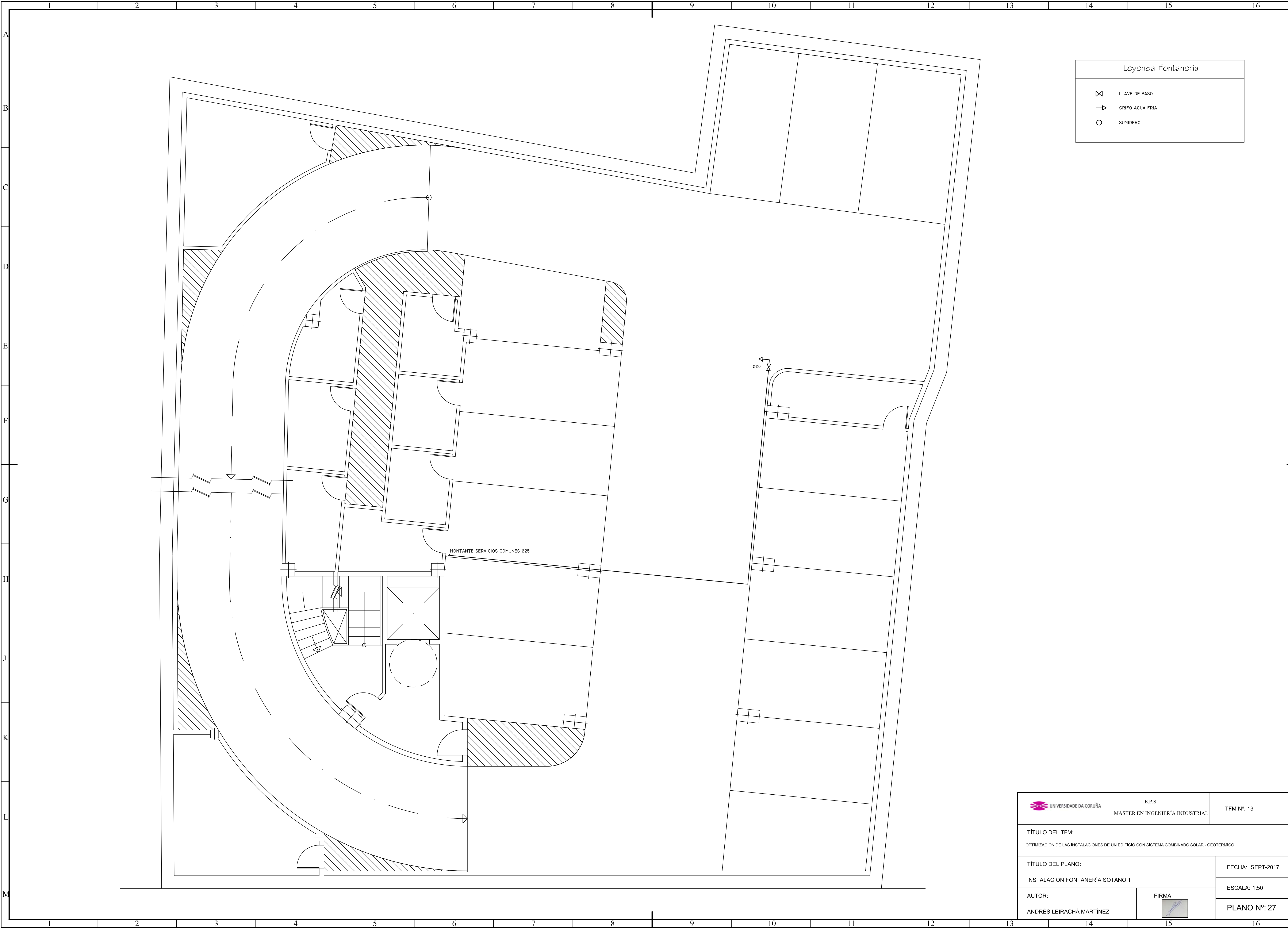
GRIFO AGUA FRIA

SUMIDERO

VÁLVULA MONOTORIZADA

DEPÓSITO DE PLUVIALES

UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION FONTANERÍA SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 26



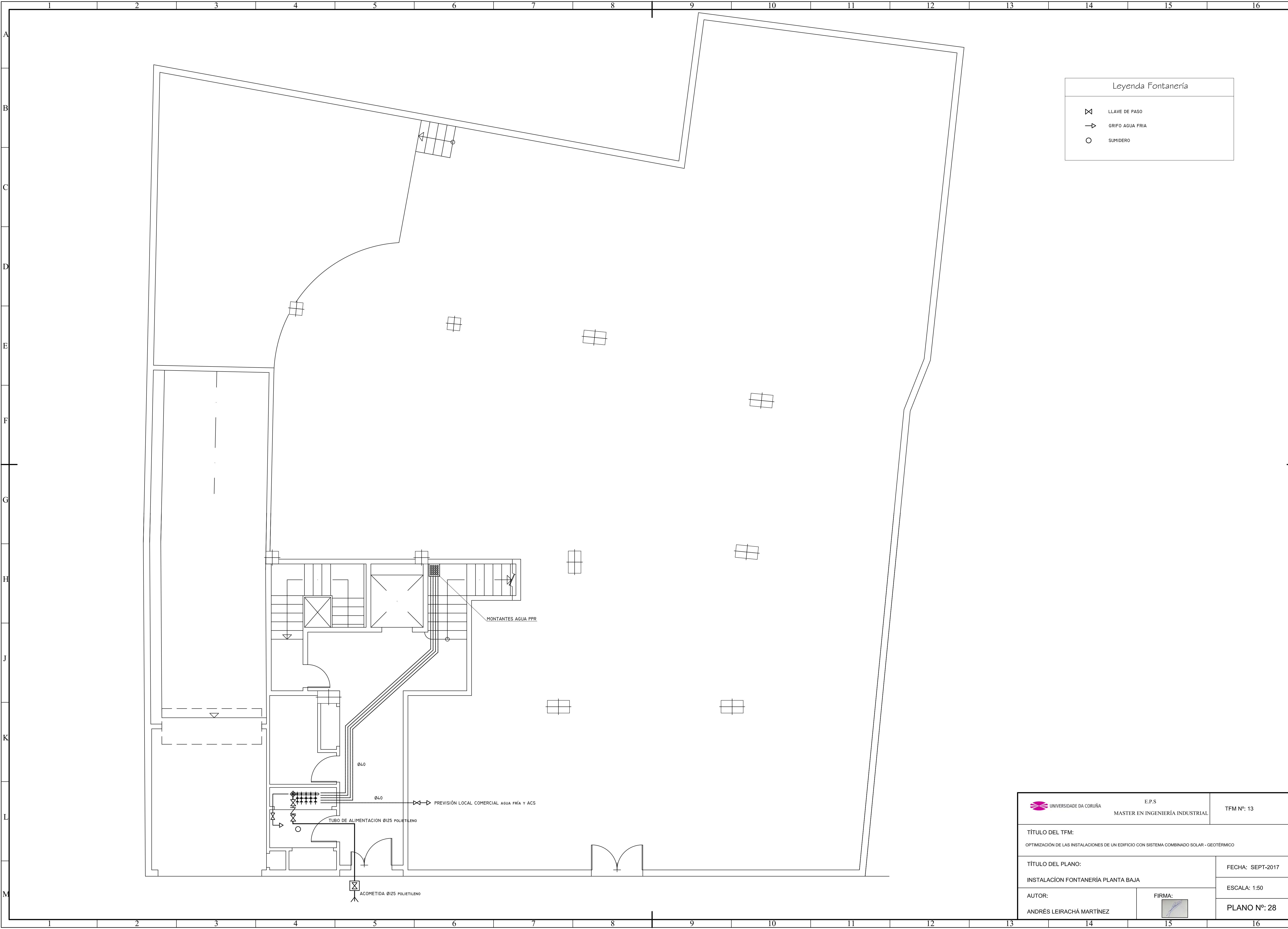
Leyenda Fontanería

LLAVE DE PASO

GRIFO AGUA FRIA

SUMIDERO

	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN FONTANERÍA SOTANO 1		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 27




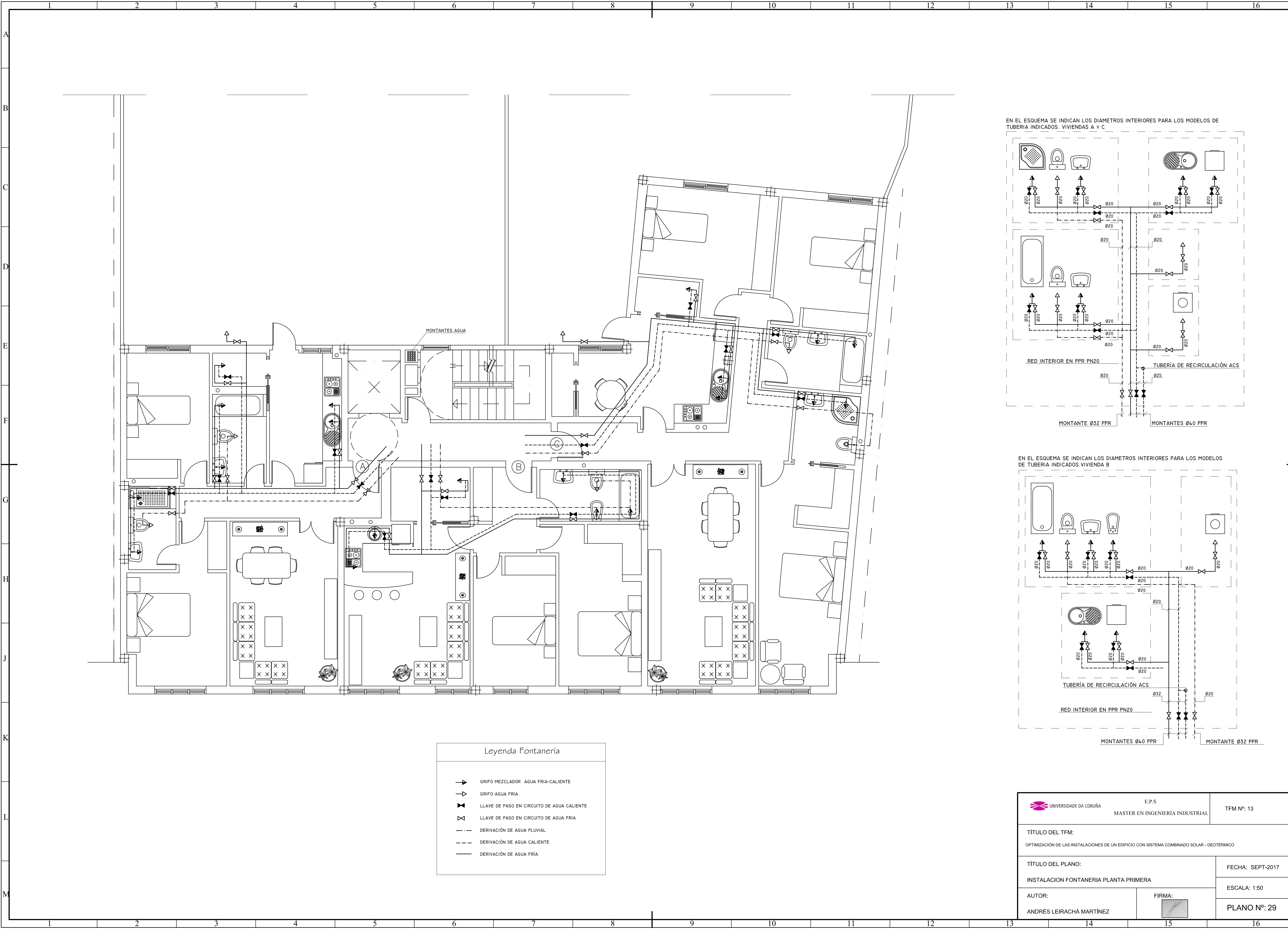
Leyenda Fontanería

LLAVE DE PASO

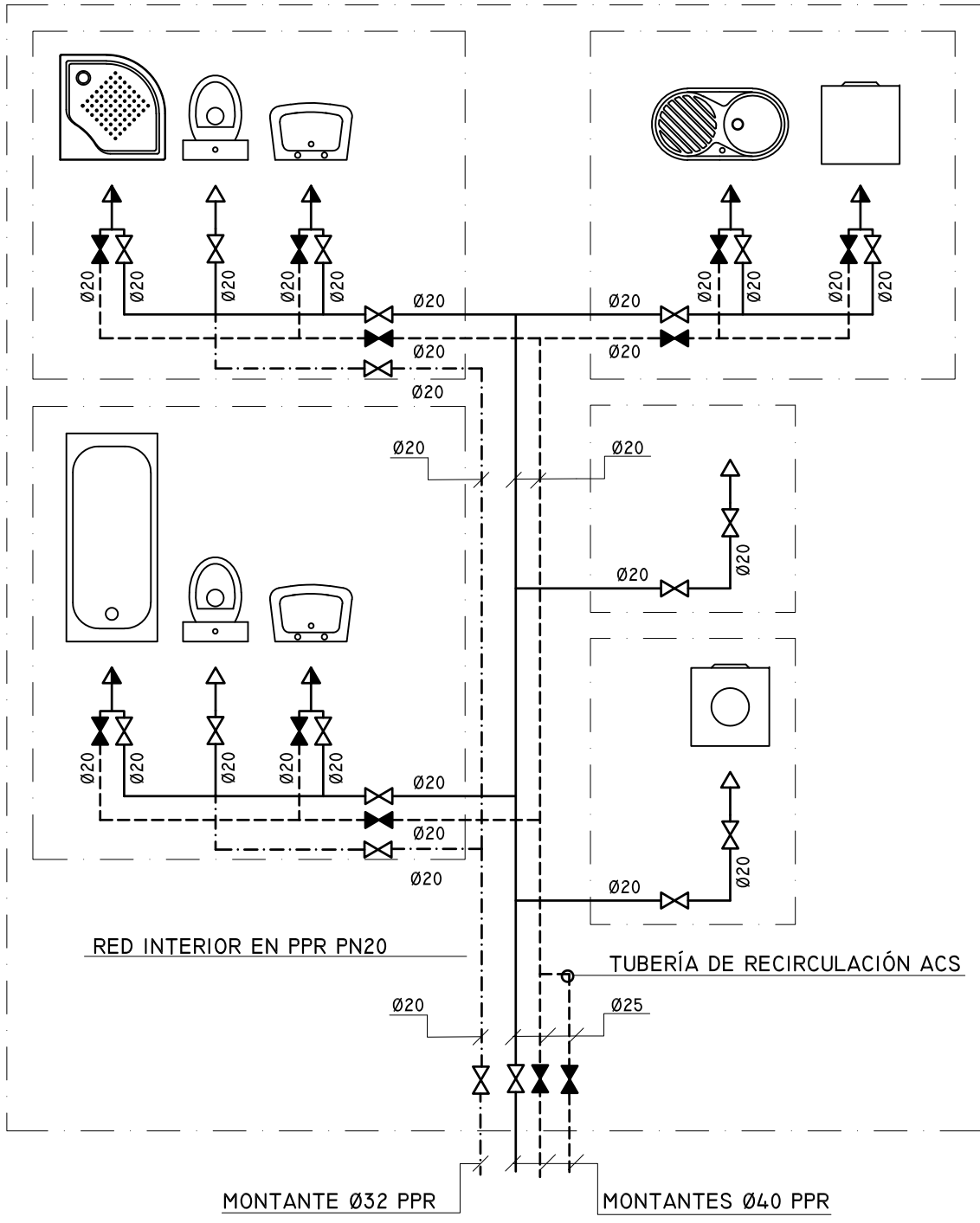
GRIFO AGUA FRIA

SUMIDERO

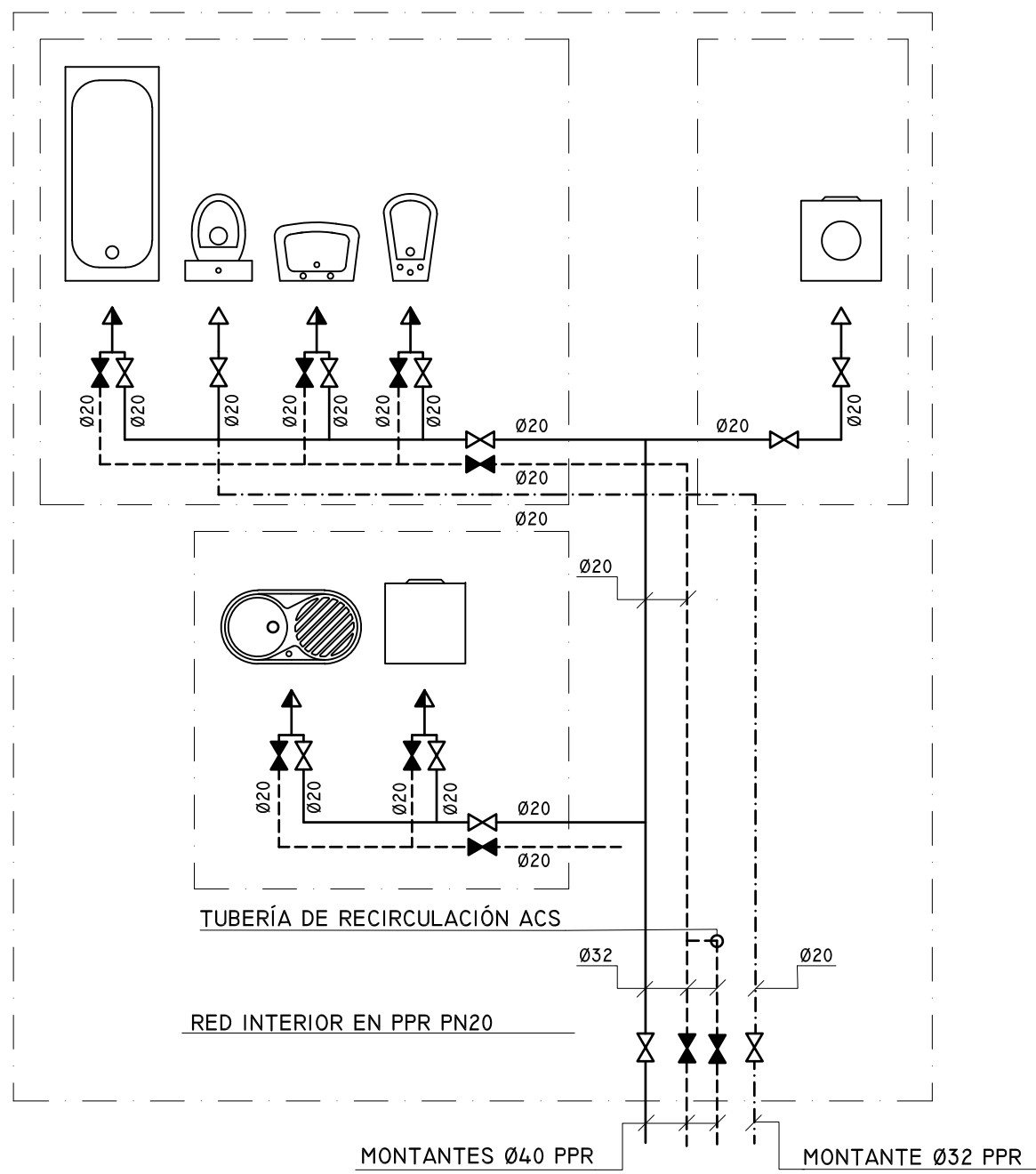
<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN FONTANERÍA PLANTA BAJA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 28



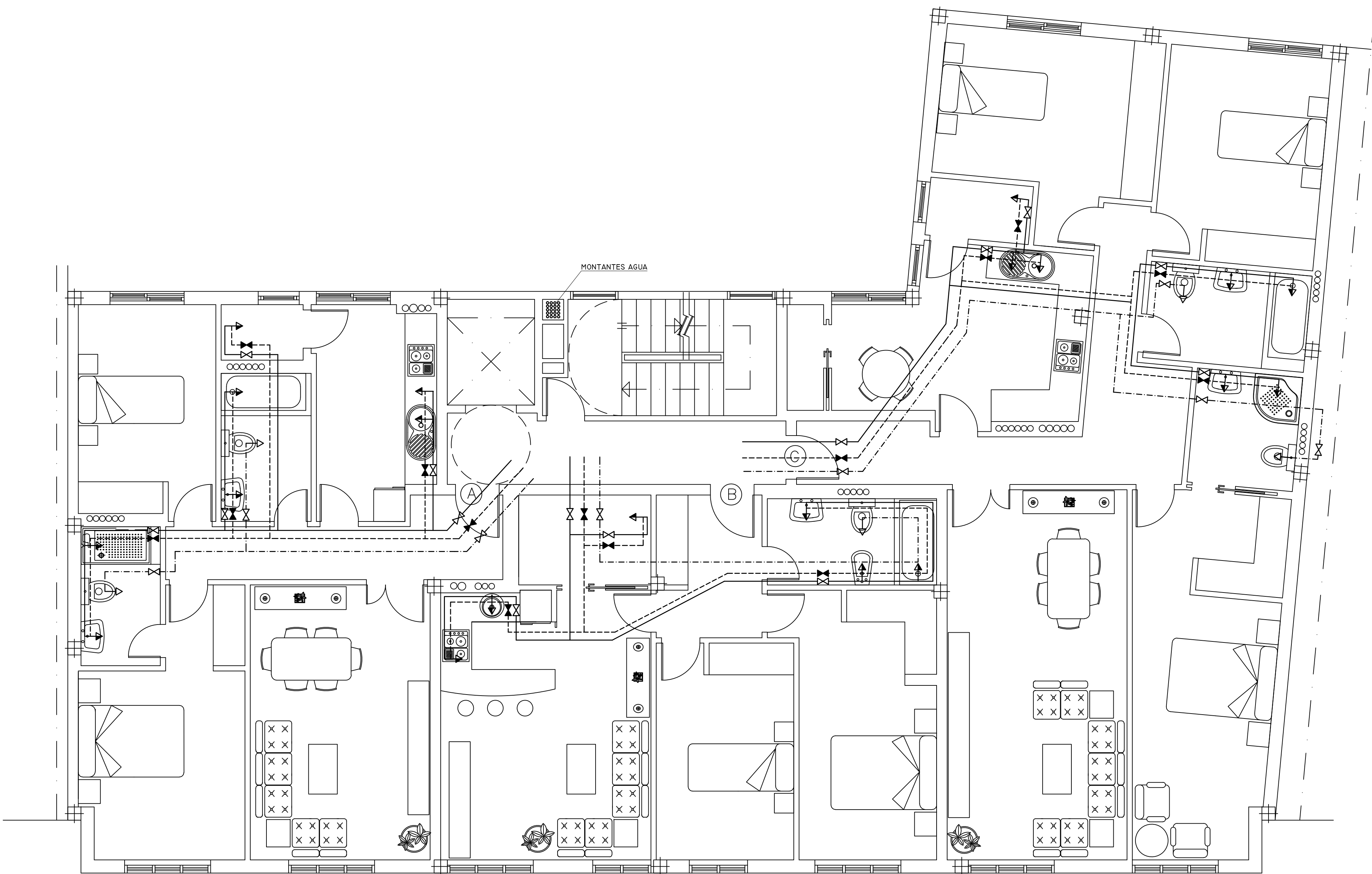
EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS. VIVIENDAS A Y C



EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS. VIVIENDA B



E.P.S. UNIVERSIDADE DA CORUÑA MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION FONTANERIA PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 29



Leyenda Fontanería

GRIFO MEZCLADOR AGUA FRIA-CALIENTE

GRIFO AGUA FRIA

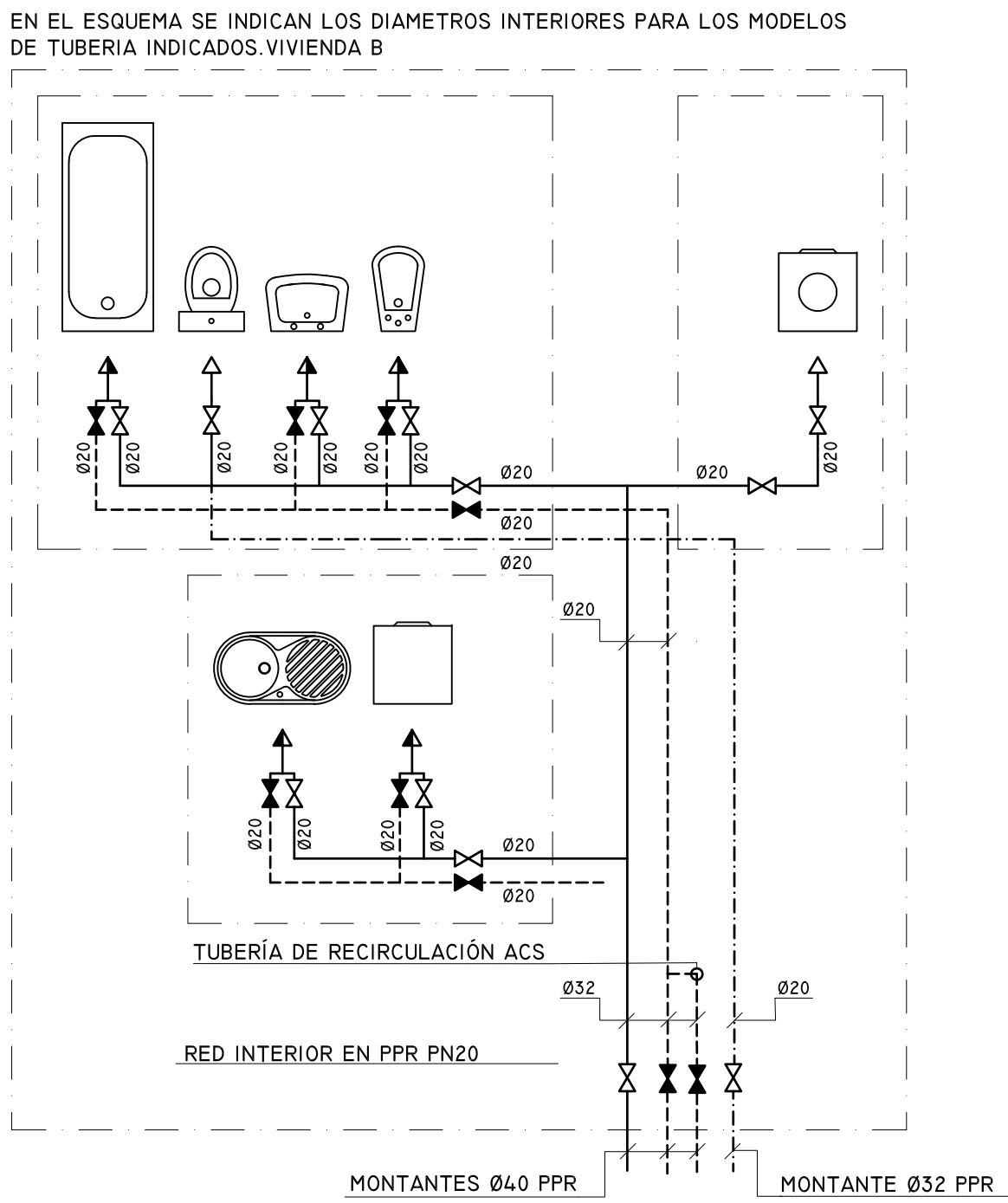
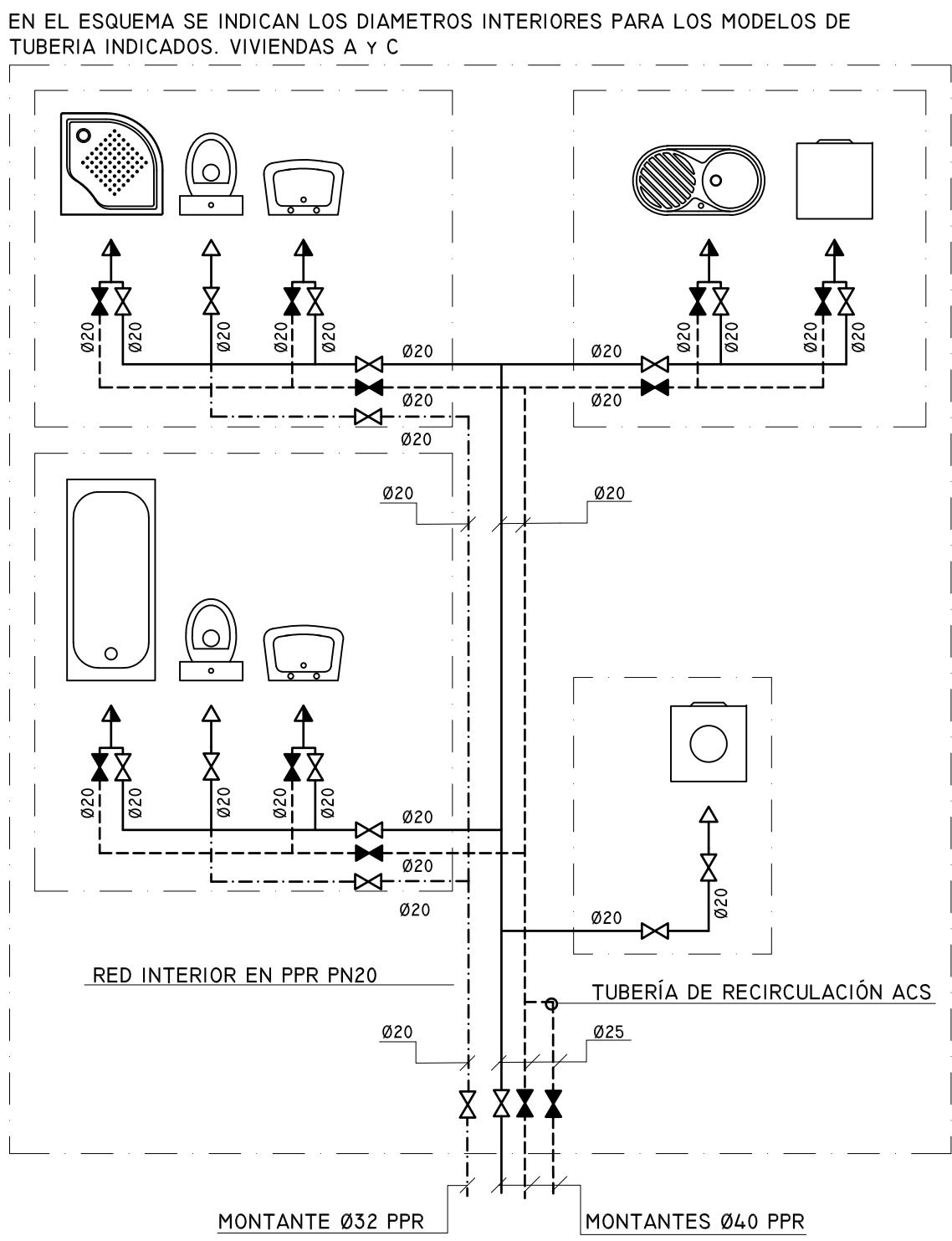
LLAVE DE PASO EN CIRCUITO DE AGUA CALIENTE



LLAVE DE PASO EN CIRCUITO DE AGUA FRIA

DERIVACIÓN DE AGUA PLUVIAL

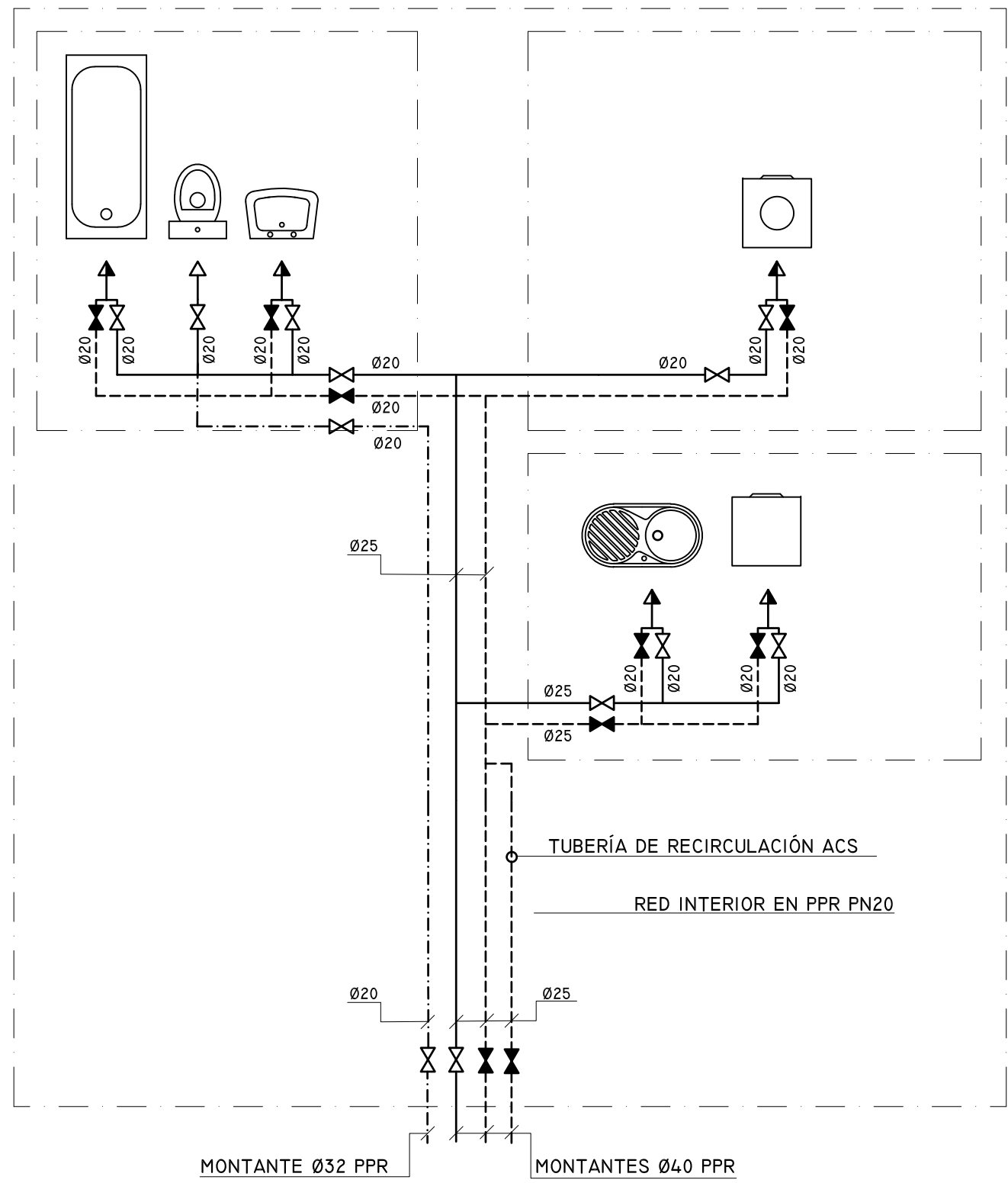
DERIVACIÓN DE AGUA CALIENTE

DERIVACIÓN DE AGUA FRIA



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION FONTANERIA PLANTA SEGUNDA A QUINTA		FECHA: SEPT-2017	ESCALA: 1:50
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	PLANO Nº: 30	

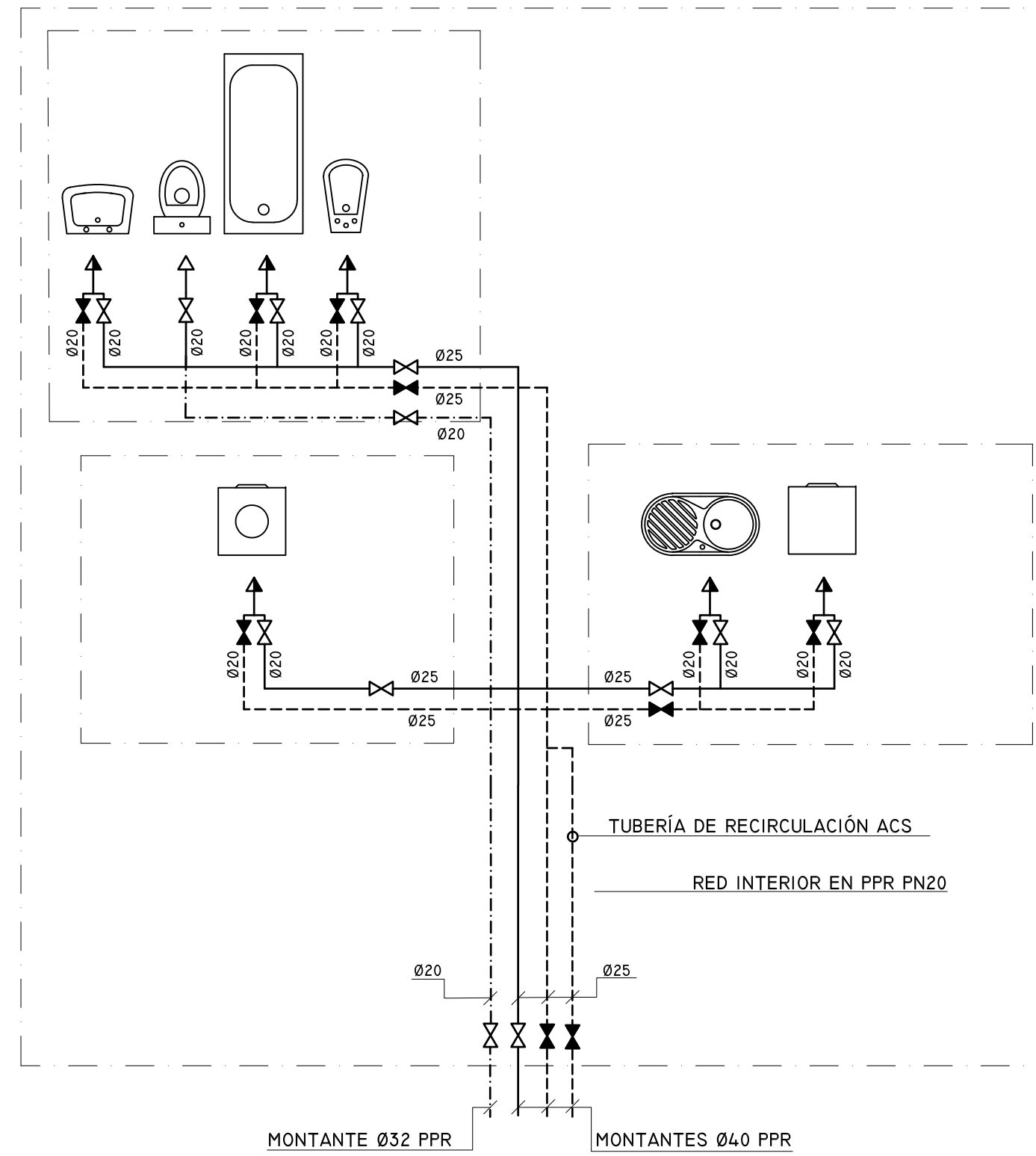
EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA A



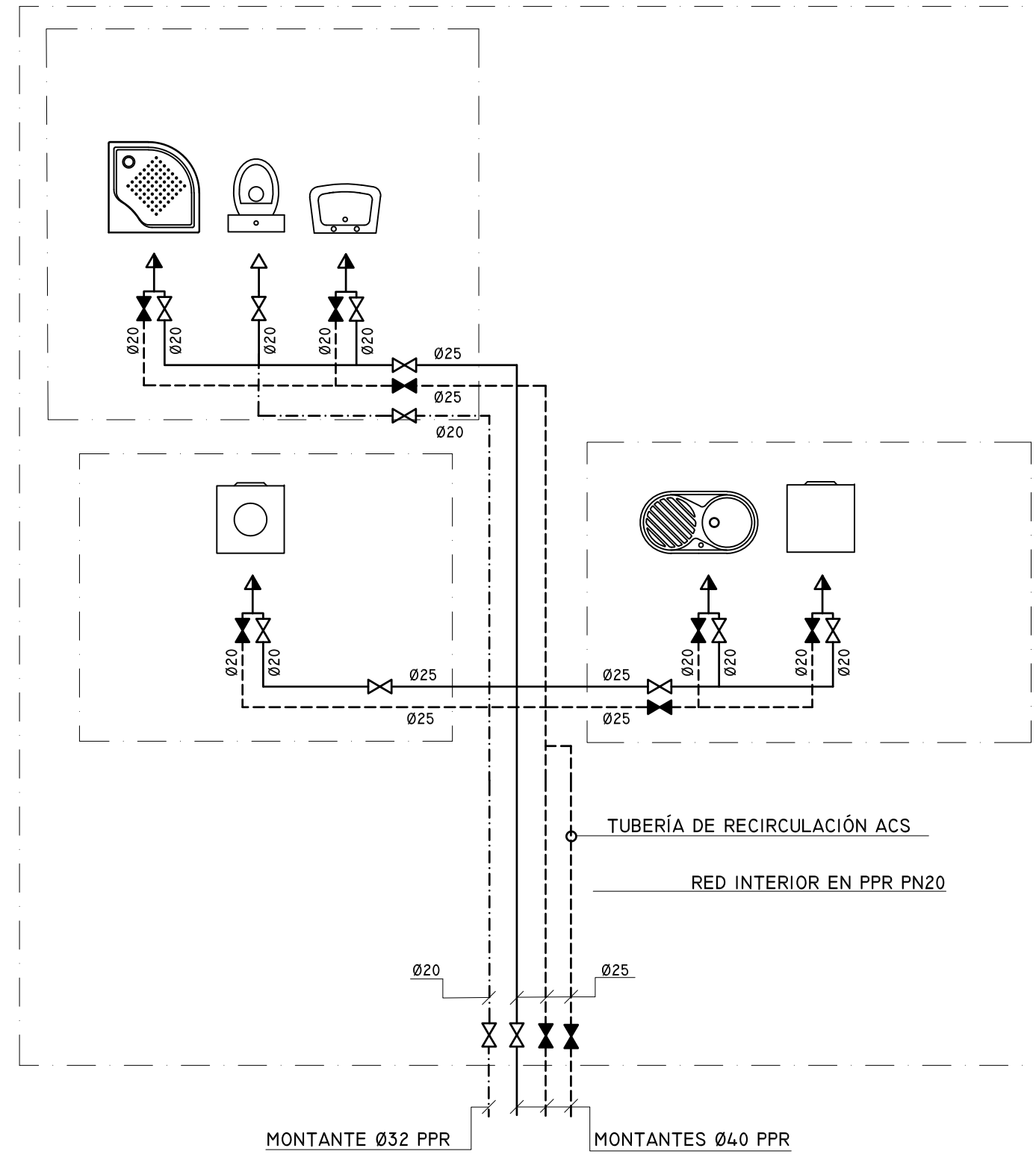
Leyenda Fontanería

- GRIFO MEZCLADOR AGUA FRIA-CALIENTE
- GRIFO AGUA FRIA
- ⌵ LLAVE DE PASO EN CIRCUITO DE AGUA CALIENTE
- ⌵ LLAVE DE PASO EN CIRCUITO DE AGUA FRIA
- - - DERIVACIÓN DE AGUA PLUVIAL
- - - DERIVACIÓN DE AGUA CALIENTE
- DERIVACIÓN DE AGUA FRÍA

EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA B

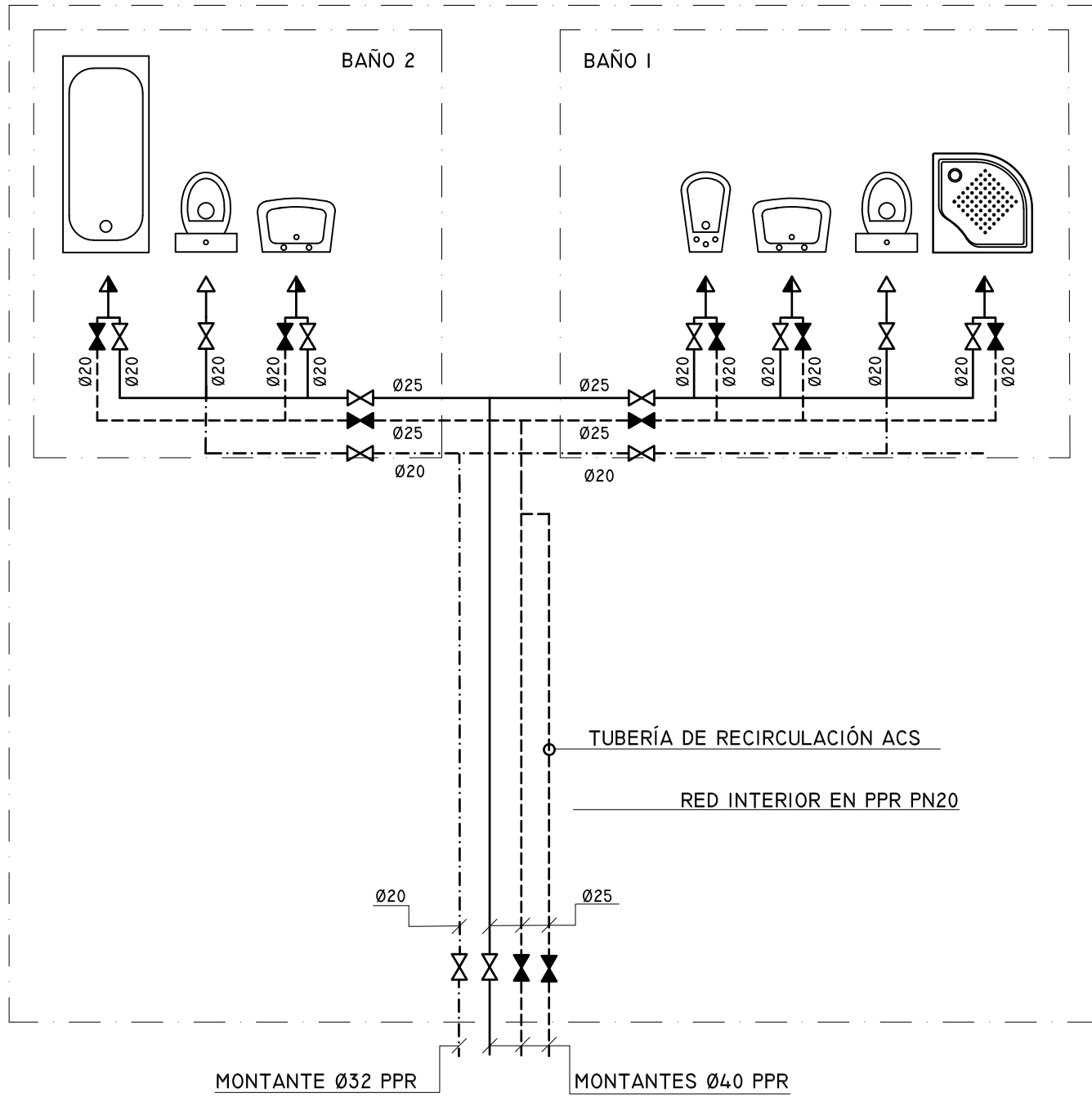


EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA C

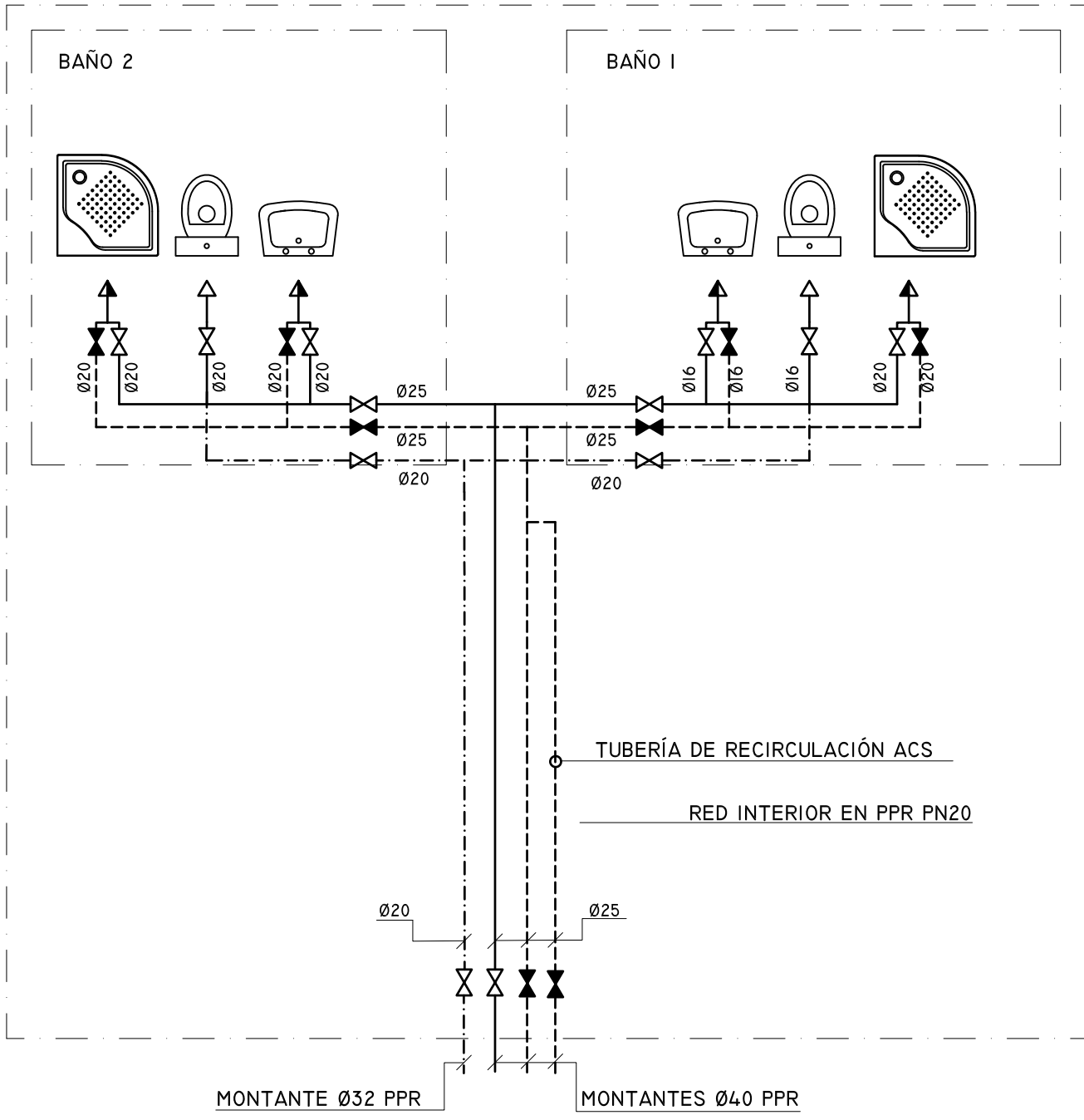


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S	TFM Nº: 13
		MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
TÍTULO DEL TFM:			
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2017
INSTALACION FONTANERIA PLANTA BAJA DUPLEX			
AUTOR:		FIRMA:	ESCALA: 1:50
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			
			PLANO Nº: 31

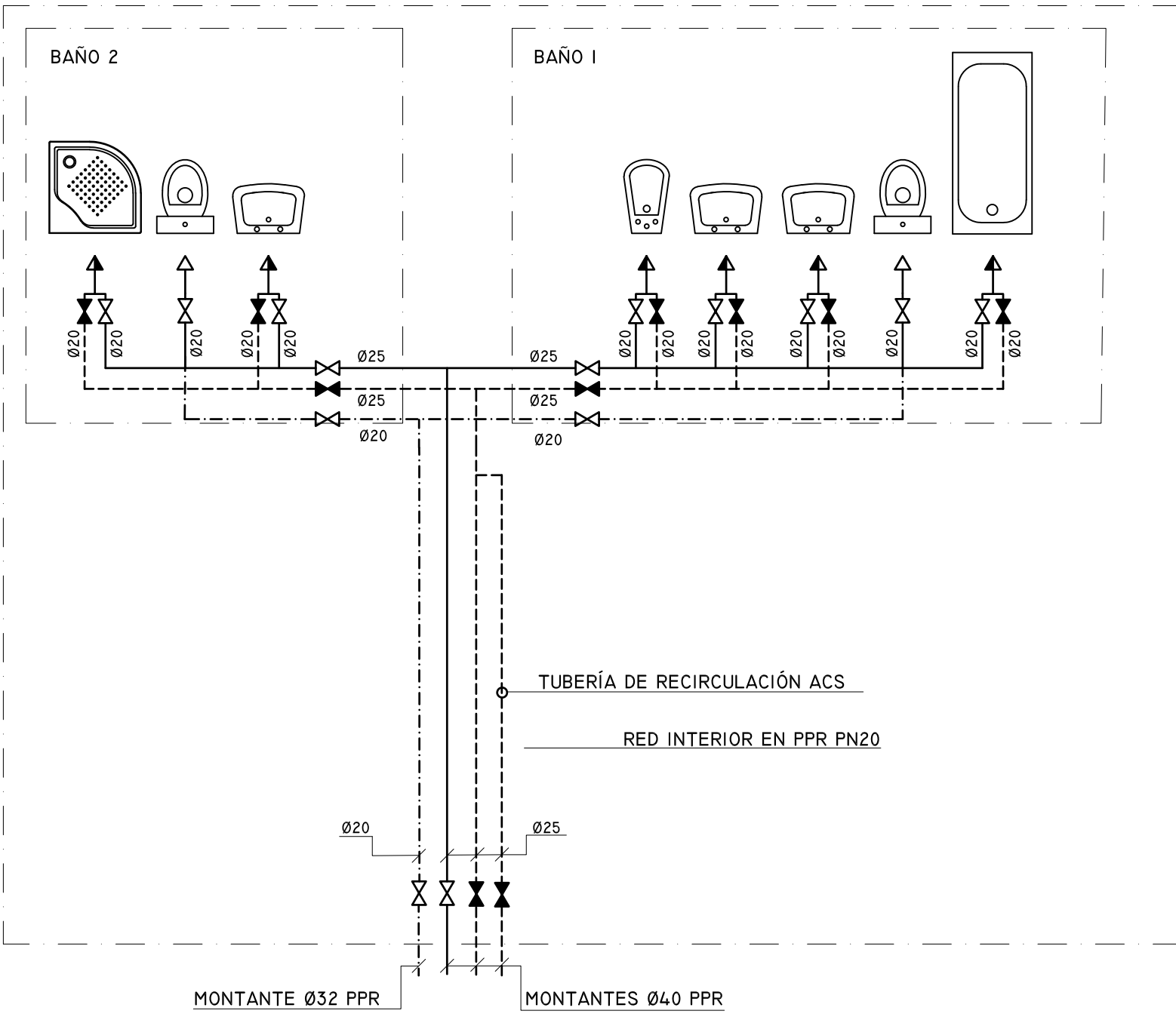
EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA A



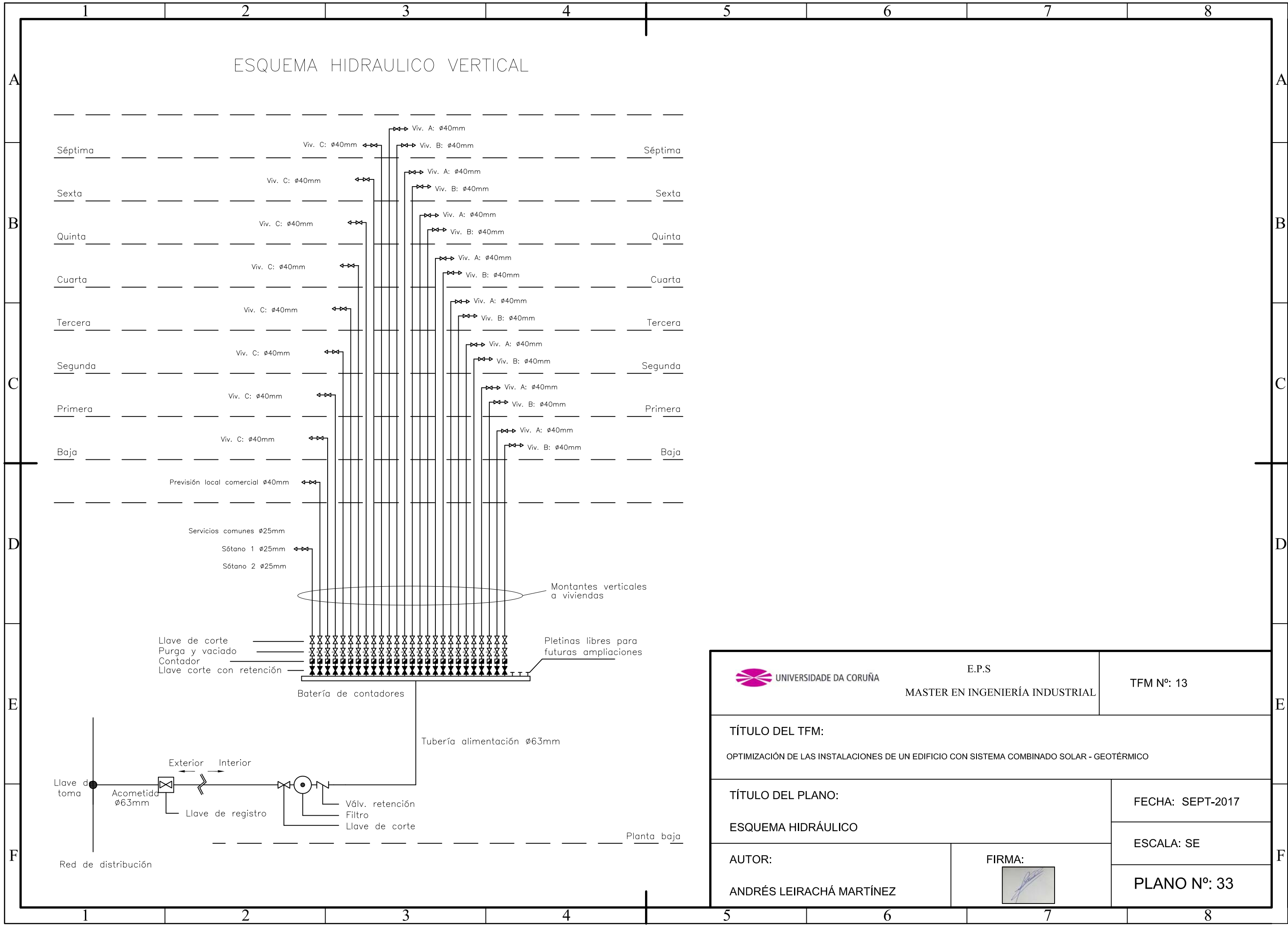
EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA B





EN EL ESQUEMA SE INDICAN LOS DIAMETROS INTERIORES PARA LOS MODELOS DE TUBERÍA INDICADOS.VIVIENDA C



E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION FONTANERIA PLANTA ALTA DUPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA:	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 32



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA HIDRÁULICO			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: SE
FIRMA: 			PLANO Nº: 33



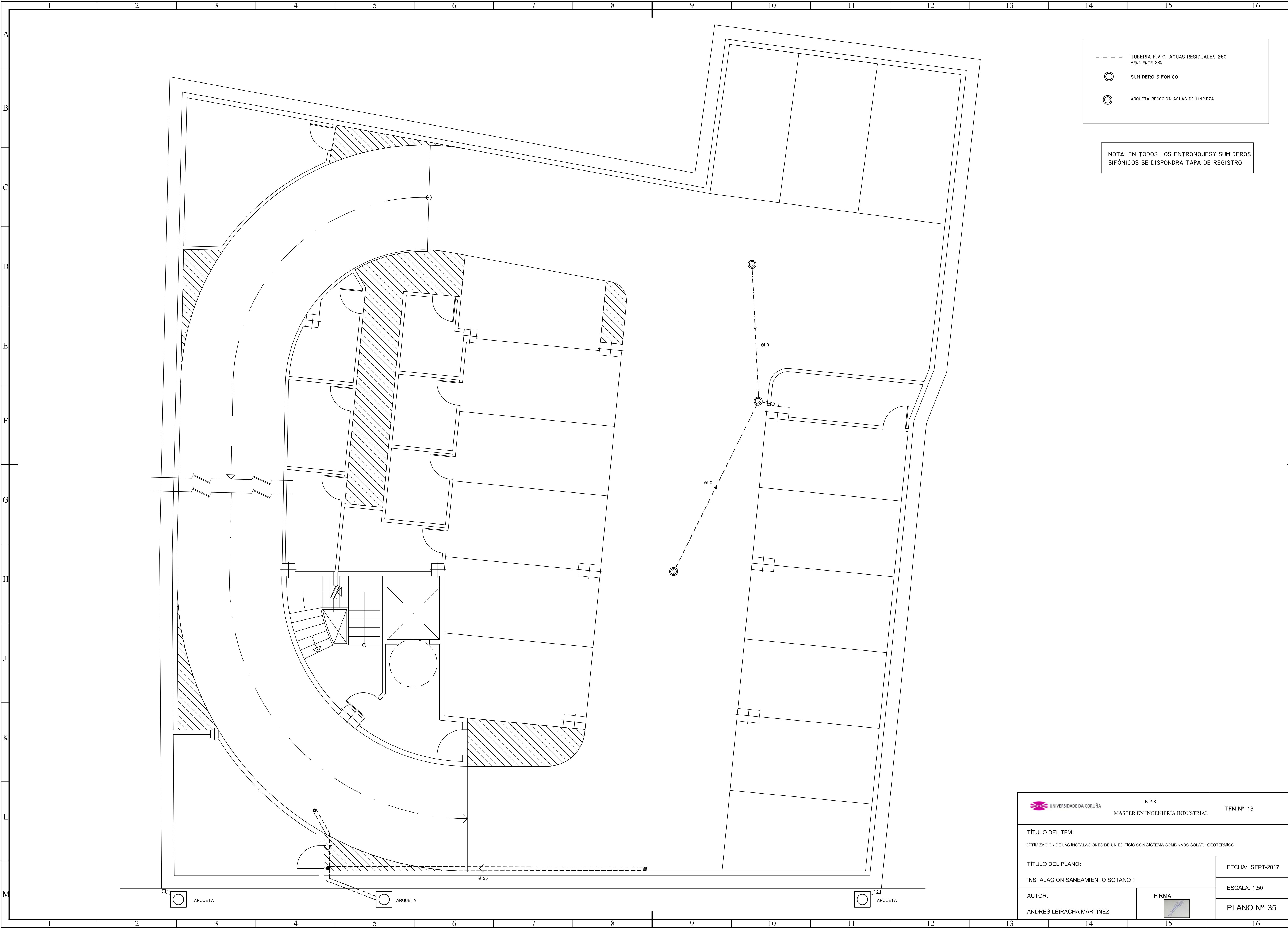
TUBERÍA P.V.C. AGUAS RESIDUALES Ø50
PENDIENTE 2%

SUMIDERO SIFÓNICO

ARQUETA RECOGIDA AGUAS DE LIMPIEZA

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDROS SIFÓNICOS SE DISPONDRÁ TAPA DE REGISTRO

<div><div></div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION SANEAMIENTO SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: <div></div>		PLANO Nº: 34



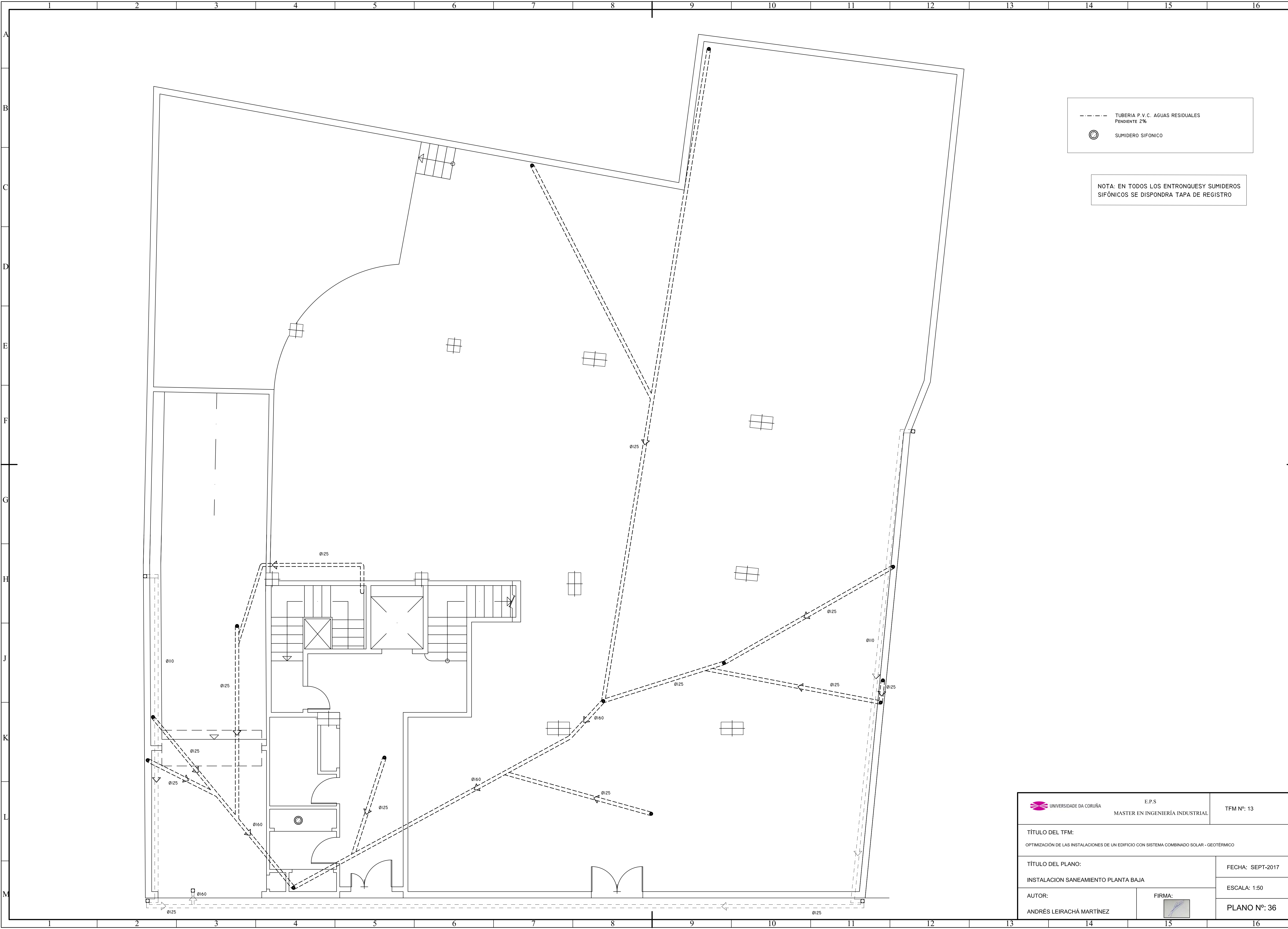
TUBERIA P.V.C. AGUAS RESIDUALES Ø50
PENDIENTE 2%

SUMIDERO SIFONICO

ARQUETA RECOGIDA AGUAS DE LIMPIEZA

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDEROS SIFÓNICOS SE DISPONDRÁ TAPA DE REGISTRO

<div><div></div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION SANEAMIENTO SOTANO 1		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: <div></div>		PLANO Nº: 35

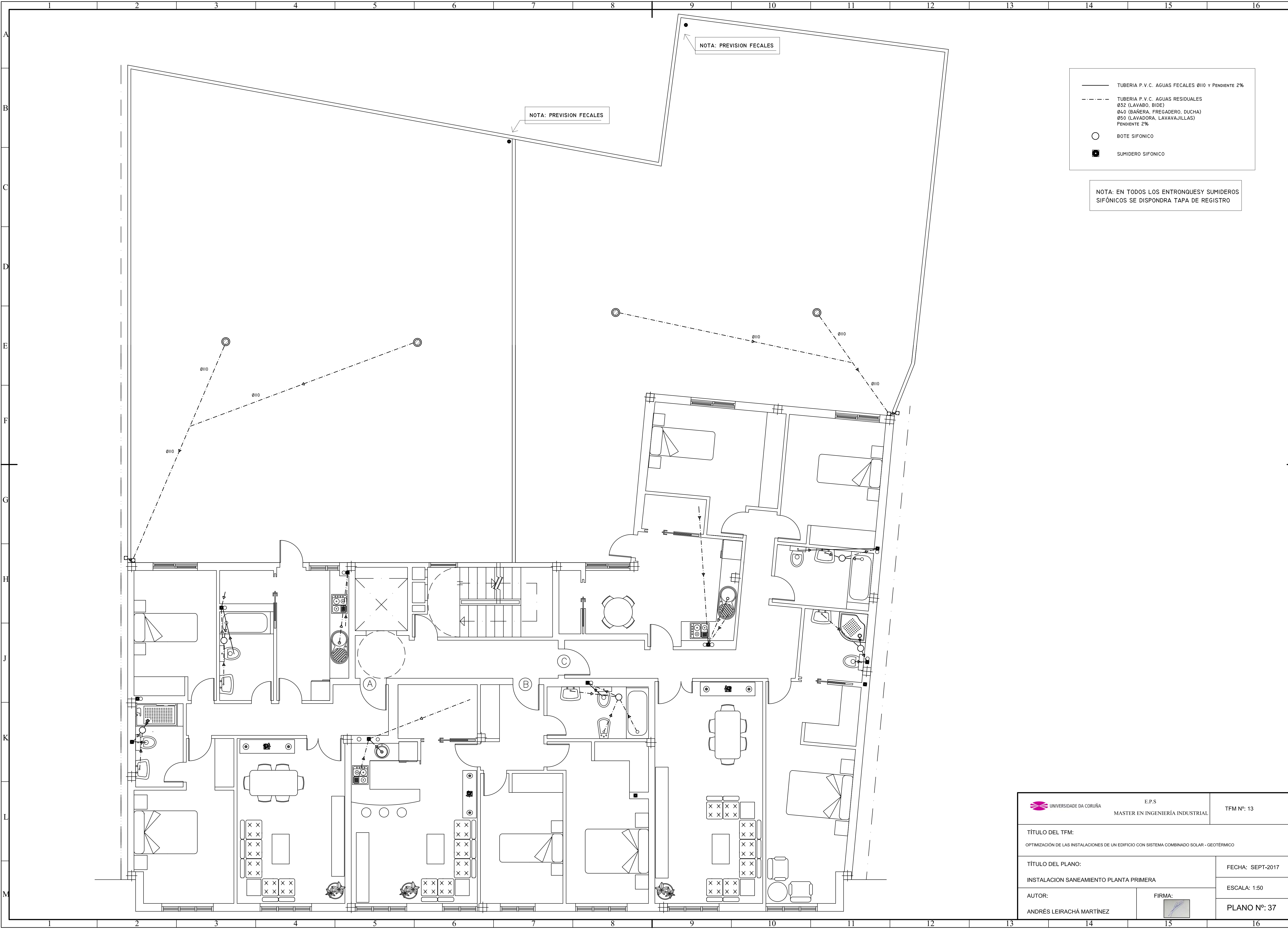


TUBERÍA P.V.C. AGUAS RESIDUALES
PENDIENTE 2%

SUMIDERO SIFÓNICO

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDEROS SIFÓNICOS SE DISPONDRÁ TAPA DE REGISTRO

<div><div></div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION SANEAMIENTO PLANTA BAJA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: <div></div>		PLANO Nº: 36



TUBERIA P.V.C. AGUAS FECALES Ø110 Y PENDIENTE 2%

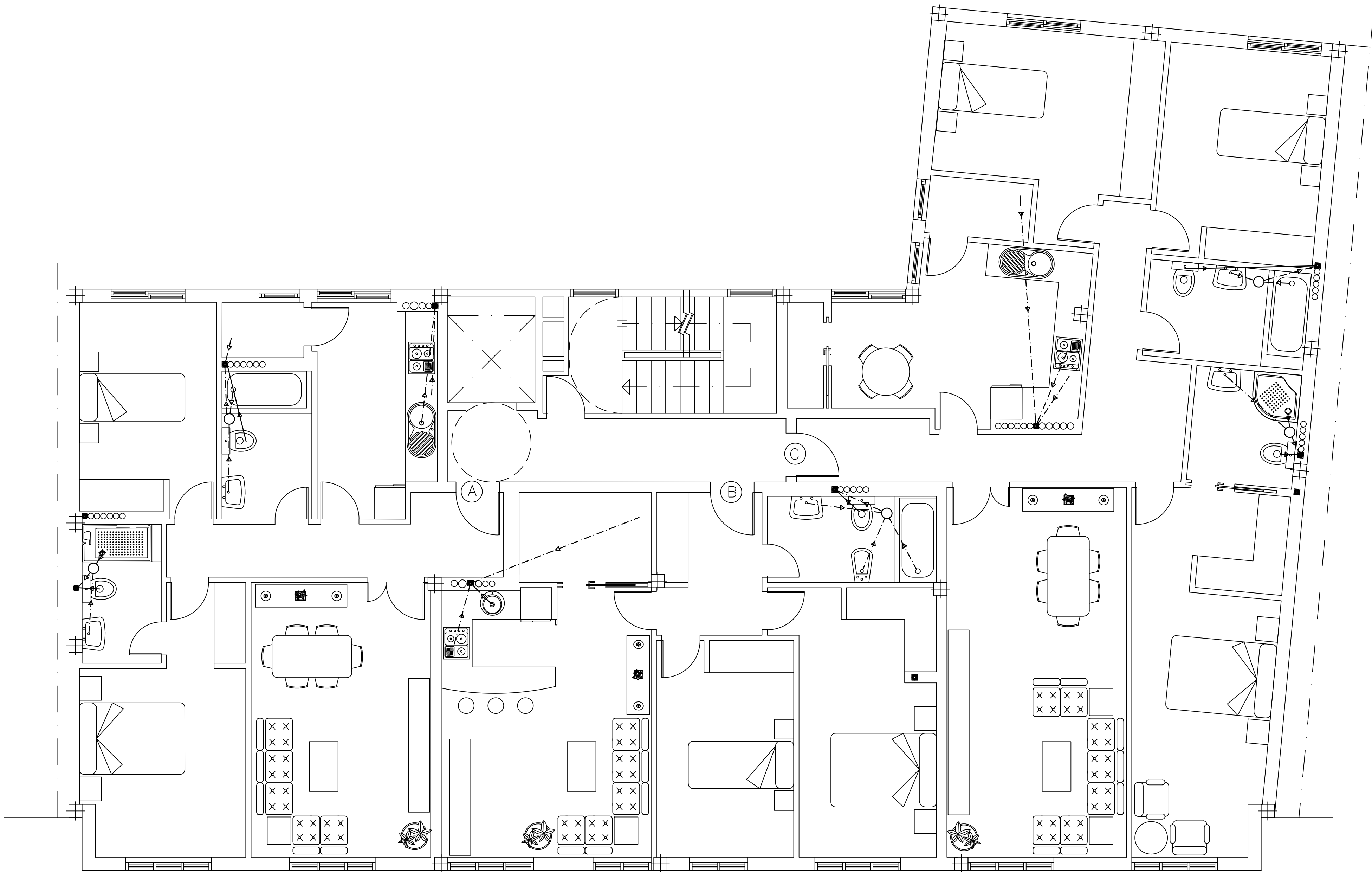
TUBERIA P.V.C. AGUAS RESIDUALES
Ø32 (LAVABO, BIDE)
Ø40 (BAÑERA, FREGADERO, DUCHA)
Ø50 (LAVADORA, LAVAVAJILLAS)
PENDIENTE 2%

BOTE SIFONICO

SUMIDERO SIFONICO

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDROS SIFONICOS SE DISPONDRA TAPA DE REGISTRO

<div><div></div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div></div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION SANEAMIENTO PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: <div></div>		PLANO Nº: 37



TUBERIA P.V.C. AGUAS FECALES Ø110 Y PENDIENTE 2%

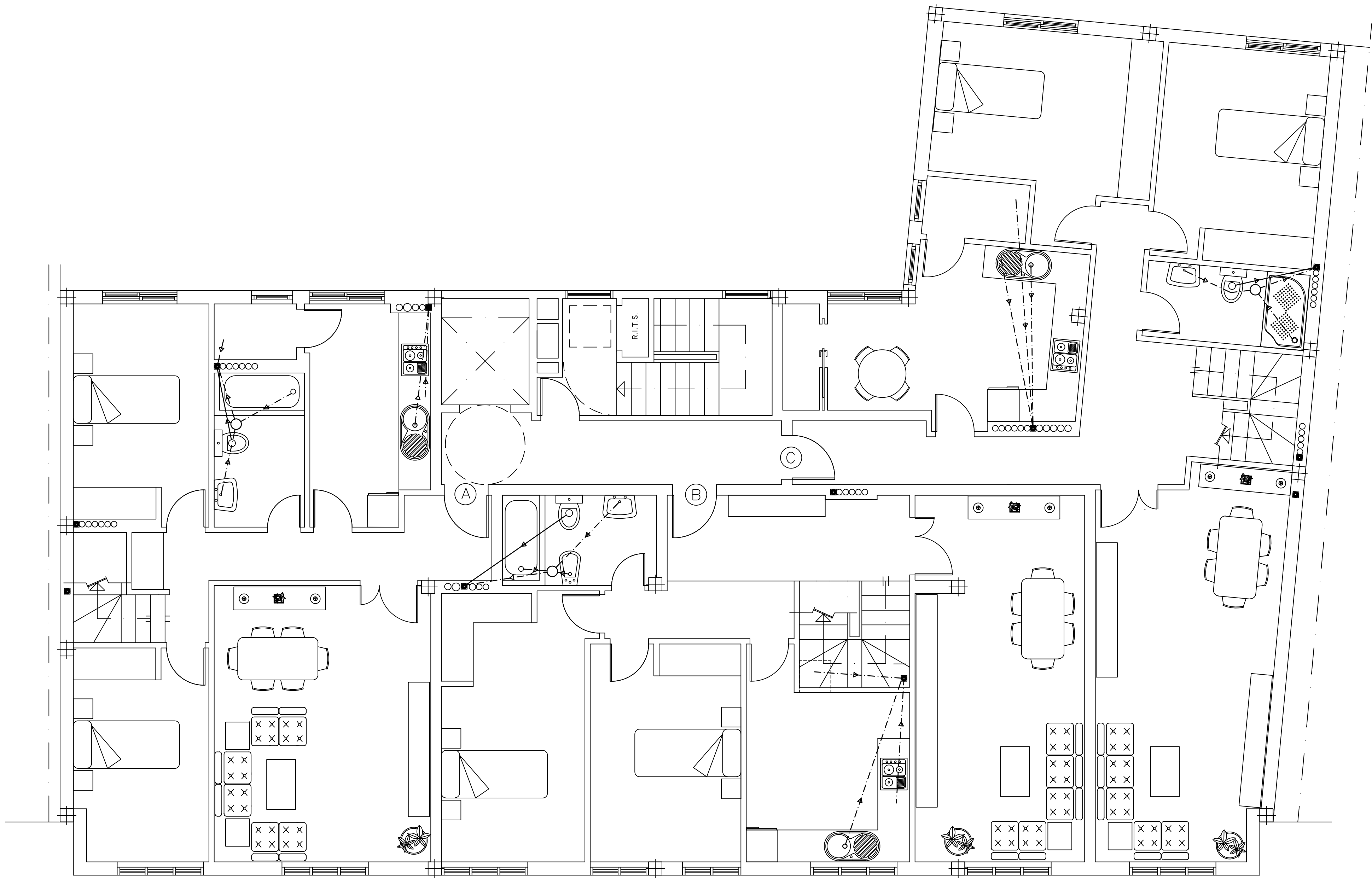
TUBERIA P.V.C. AGUAS RESIDUALES
Ø32 (LAVABO, BIDE)
Ø40 (BAÑERA, FREGADERO, DUCHA)
Ø50 (LAVADORA, LAVAVAJILLAS)
PENDIENTE 2%

BOTE SIFONICO

SUMIDERO SIFONICO

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDEROS SIFÓNICOS SE DISPONDRA TAPA DE REGISTRO

<div><div></div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div></div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION SANEAMIENTO PLANTAS SEGUNDA A QUINTA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: <div></div>		PLANO Nº: 38



TUBERIA P.V.C. AGUAS FECALES Ø110 Y PENDIENTE 2%

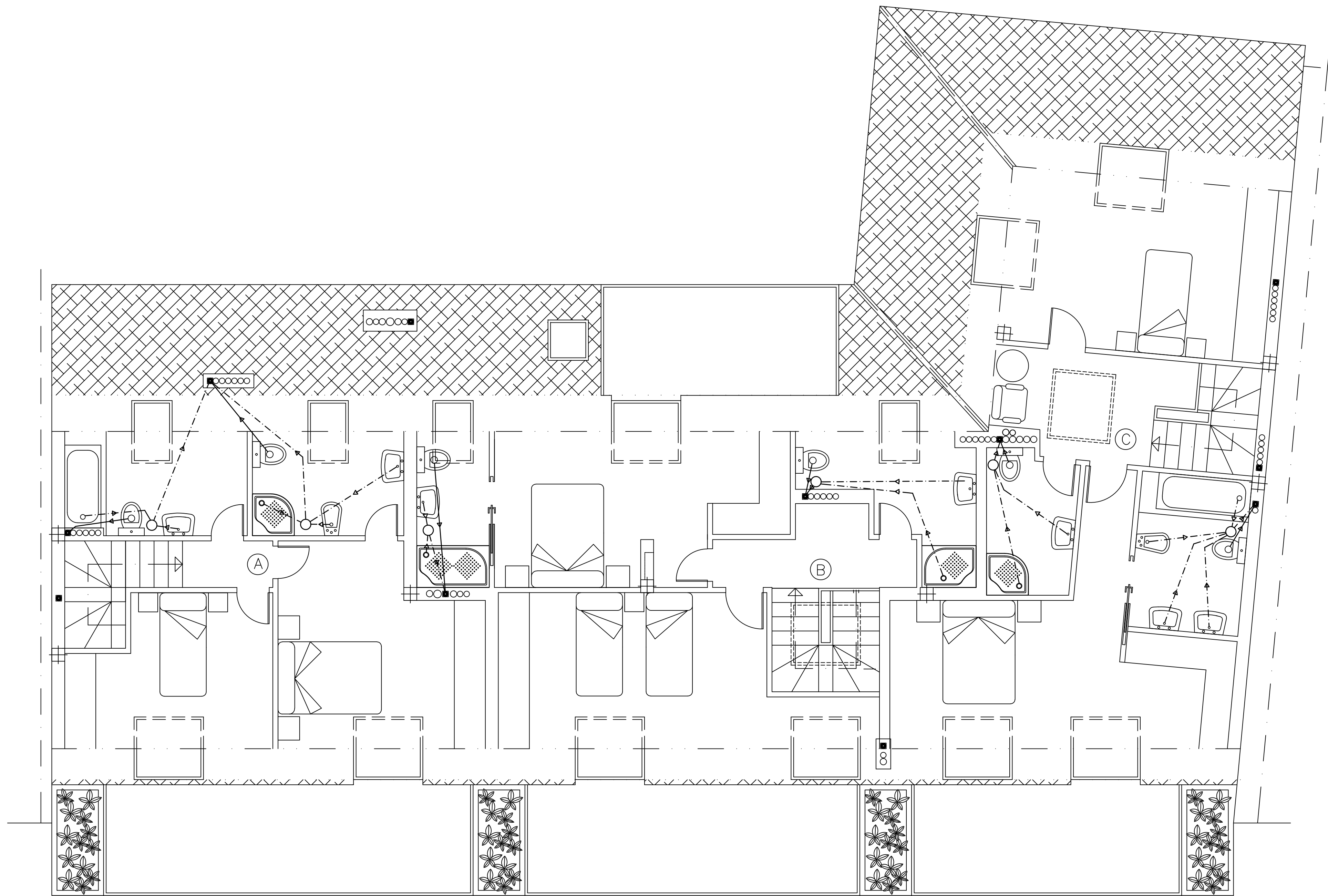
TUBERIA P.V.C. AGUAS RESIDUALES
Ø32 (LAVABO, BIDE)
Ø40 (BAÑERA, FREGADERO, DUCHA)
Ø50 (LAVADORA, LAVAVAJILLAS)
PENDIENTE 2%

BOTE SIFONICO

SUMIDERO SIFONICO

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDEROS SIFÓNICOS SE DISPONDRÁ TAPA DE REGISTRO

<div><div></div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div></div> <div><div>E.P.S</div><div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div></div>		TFM Nº: 13
<div>TÍTULO DEL TFM:</div> <div>OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO</div>		
<div>TÍTULO DEL PLANO:</div> <div>INSTALACION SANEAMIENTO PLANTAS BAJA DUPLEX</div>		<div>FECHA: SEPT-2017</div> <div>ESCALA: 1:50</div>
<div>AUTOR:</div> <div>ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ</div>	<div>FIRMA:</div> <div></div>	<div>PLANO Nº: 39</div>



TUBERÍA P.V.C. AGUAS FECALES Ø110 Y PENDIENTE 2%

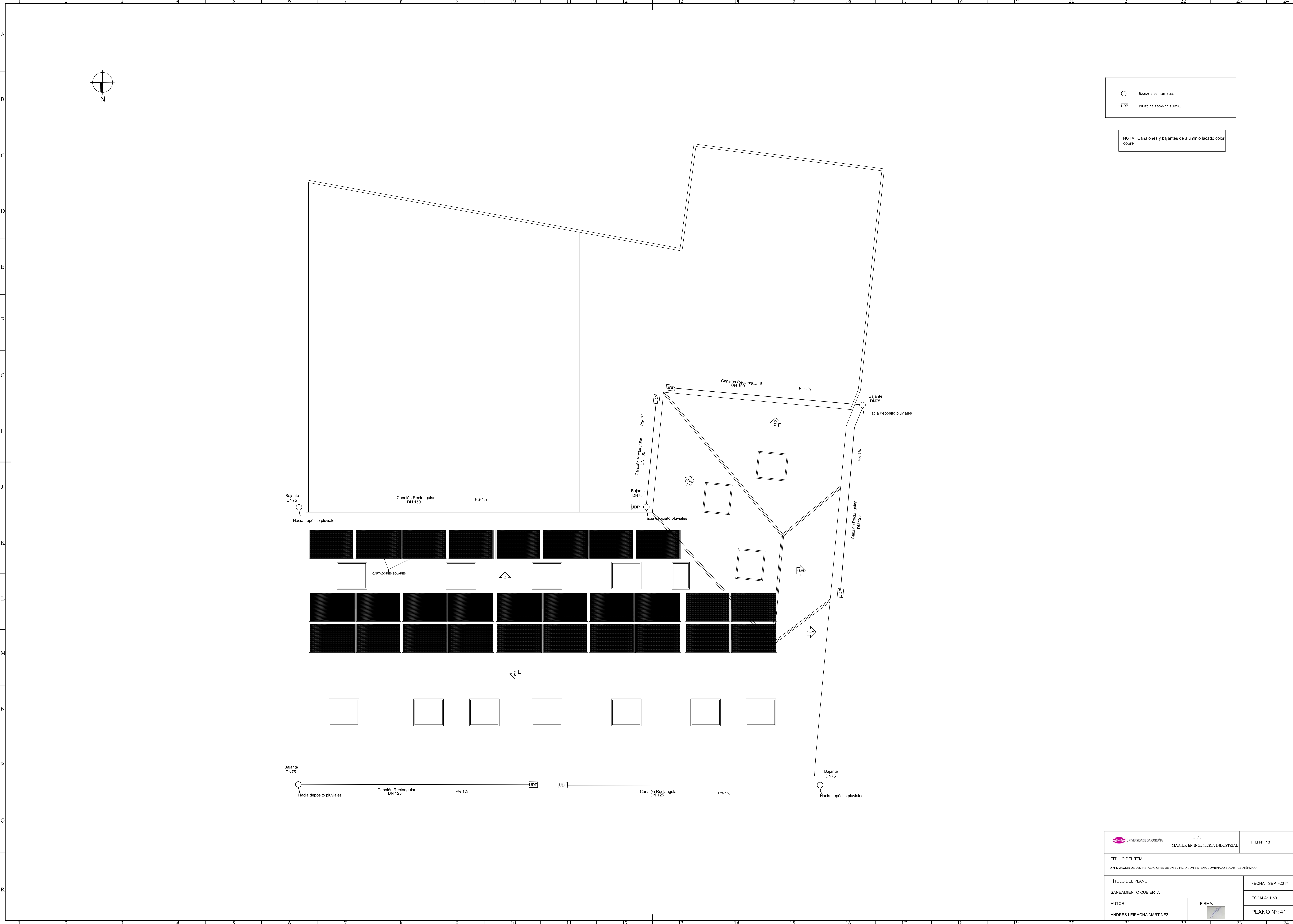
TUBERÍA P.V.C. AGUAS RESIDUALES
Ø32 (LAVABO, BIDE)
Ø40 (BAÑERA, FREGADERO, DUCHA)
Ø50 (LAVADORA, LAVAVAJILLAS)
PENDIENTE 2%

BOTE SIFONICO

SUMIDERO SIFONICO

NOTA: EN TODOS LOS ENTRONQUES Y SUMIDEROS SIFÓNICOS SE DISPONDRÁ TAPA DE REGISTRO

<div></div> <div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div>		<div>E.P.S</div> <div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13	
TÍTULO DEL TFM:					
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO					
TÍTULO DEL PLANO:				FECHA: SEPT-2017	
INSTALACION SANEAMIENTO PLANTAS ALTA DUPLEX				ESCALA: 1:50	
AUTOR:		FIRMA:		PLANO Nº: 40	
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ					

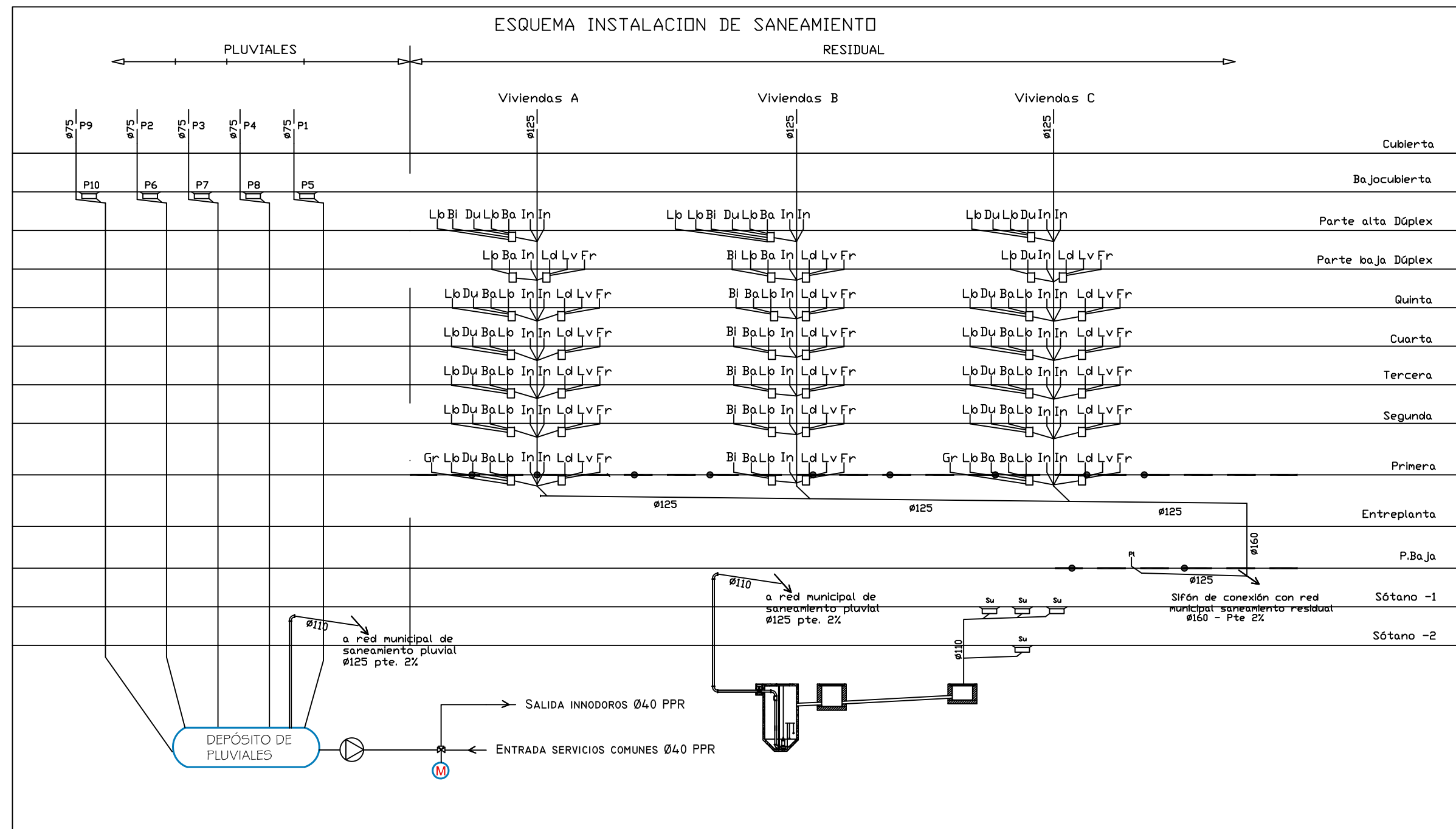






BAJANTE DE PLUVIALES

-UDP

PUNTO DE RECOGIDA PLUVIAL

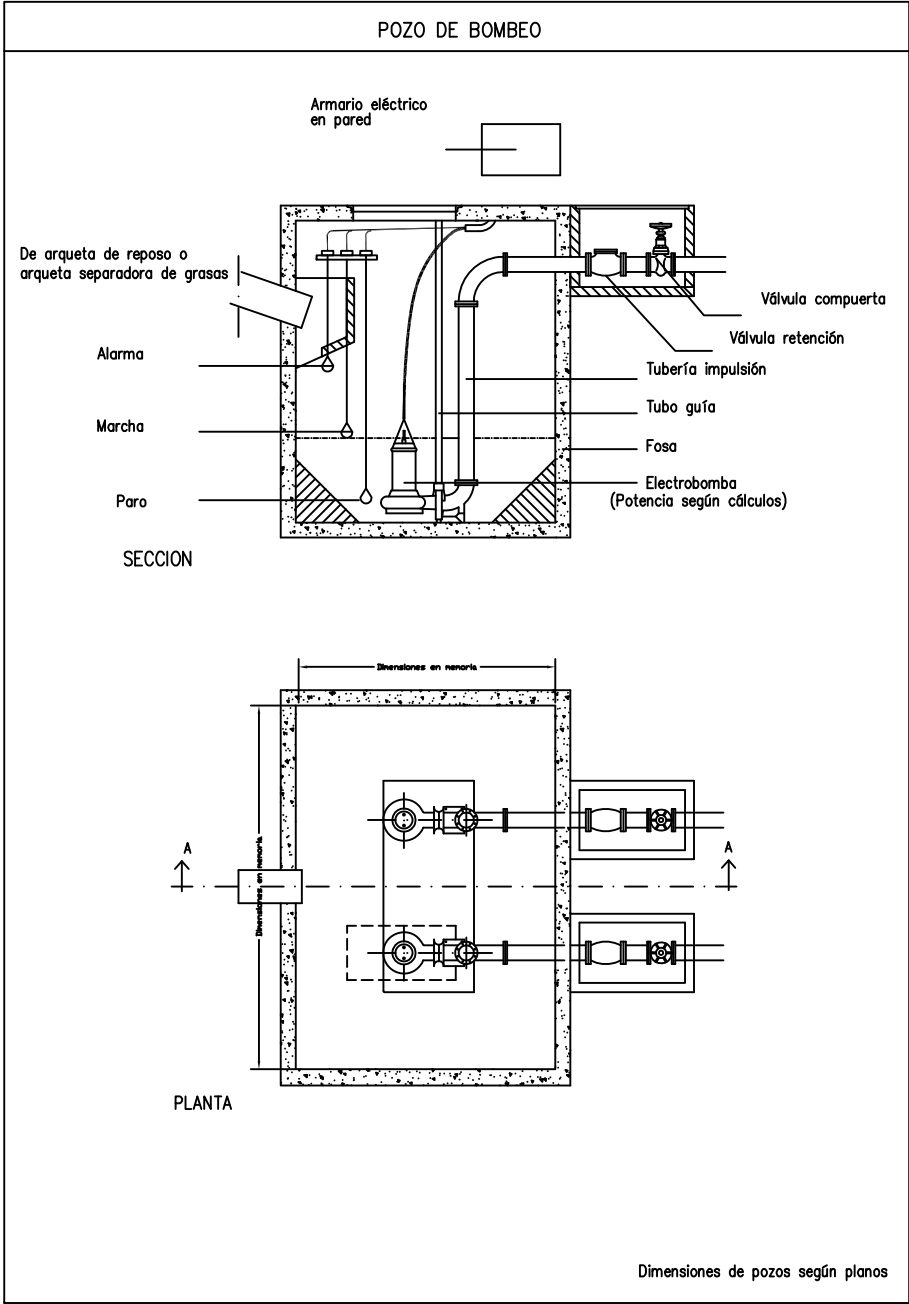
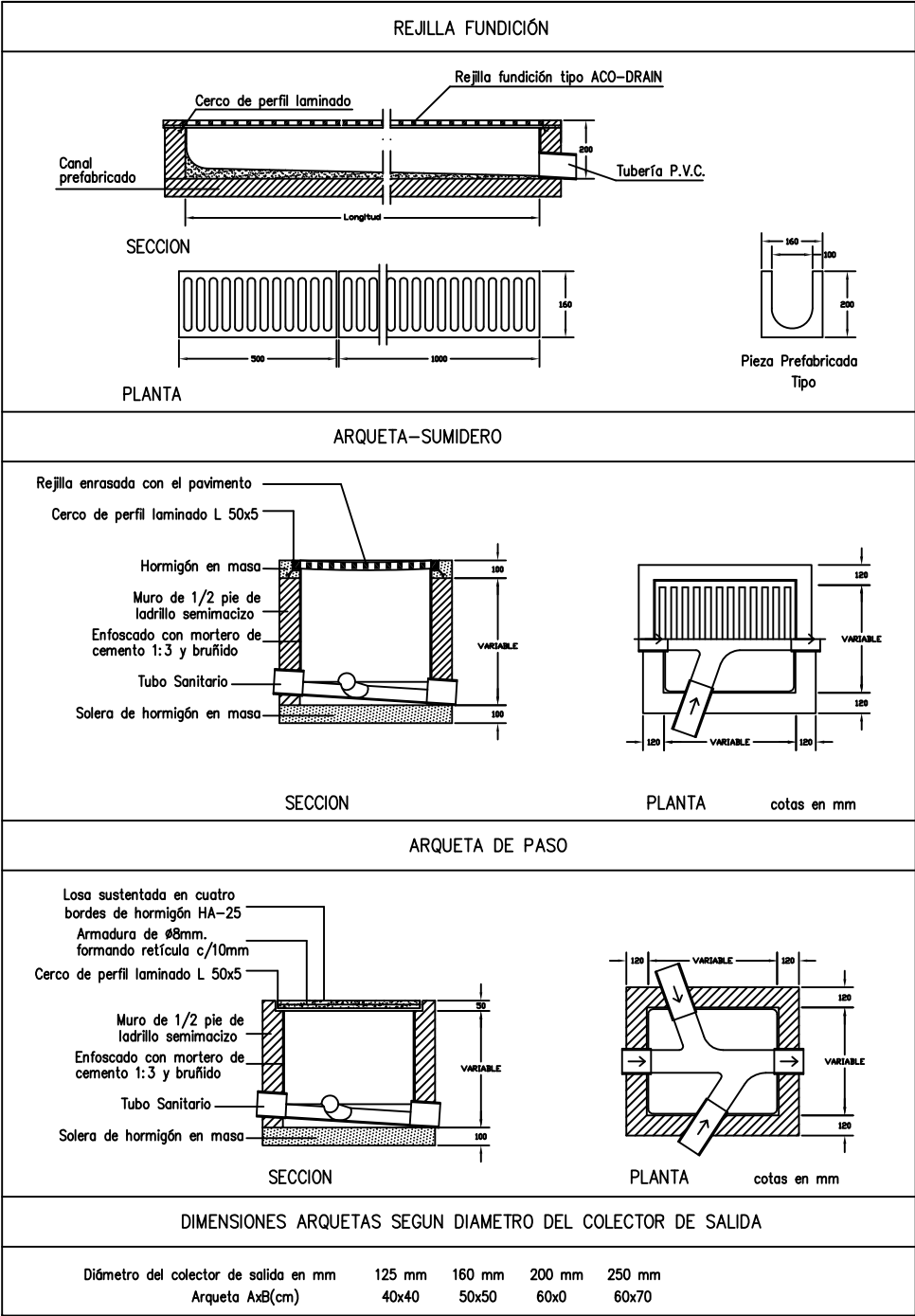
NOTA: Canales y bajantes de aluminio lacado color cobre



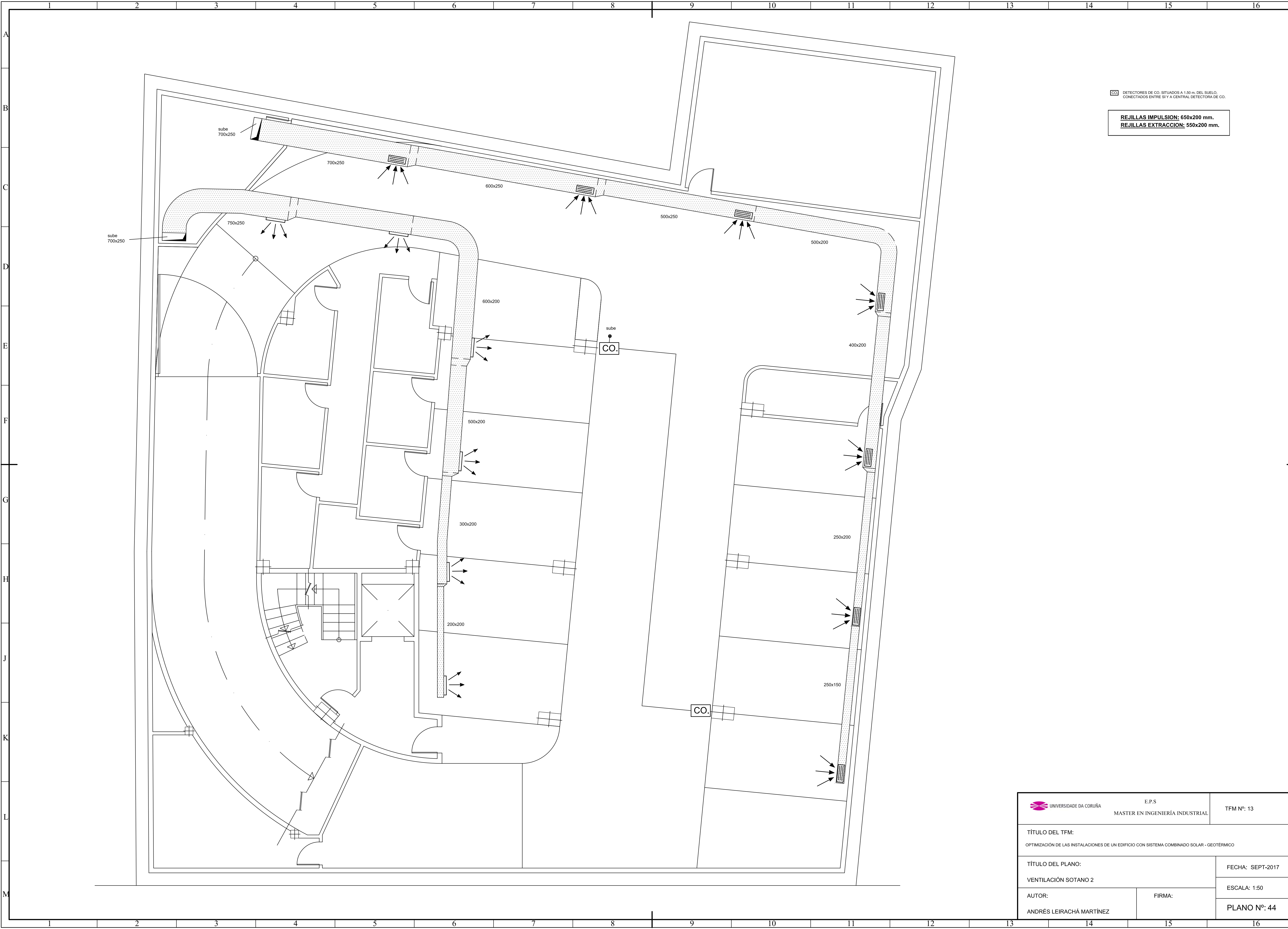
-  Motor de bombeo de agua
 Válvula monotORIZADA
 Línea de sectorización
 Elemento cortafuegos en bajantes
- Los patinillos de instalaciones irán sectorizados al mismo nivel que los forjados
- | | | |
|------------|-----------------|--------------|
| Lb Lavabo | Gr Grifo | Du Ducha |
| In Inodoro | Ld Lavadora | Li Limpieza |
| Bi Bide | Lv Lavavajillas | Su Sumidero |
| Ba Bañera | Fr Fregadero | Pl Previsión |

NOTA: DIÁMETROS SEGÚN PLANOS Y MEMORIA

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO		FECHA: SEPT-2017	ESCALA: SE
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	PLANO Nº: 42	



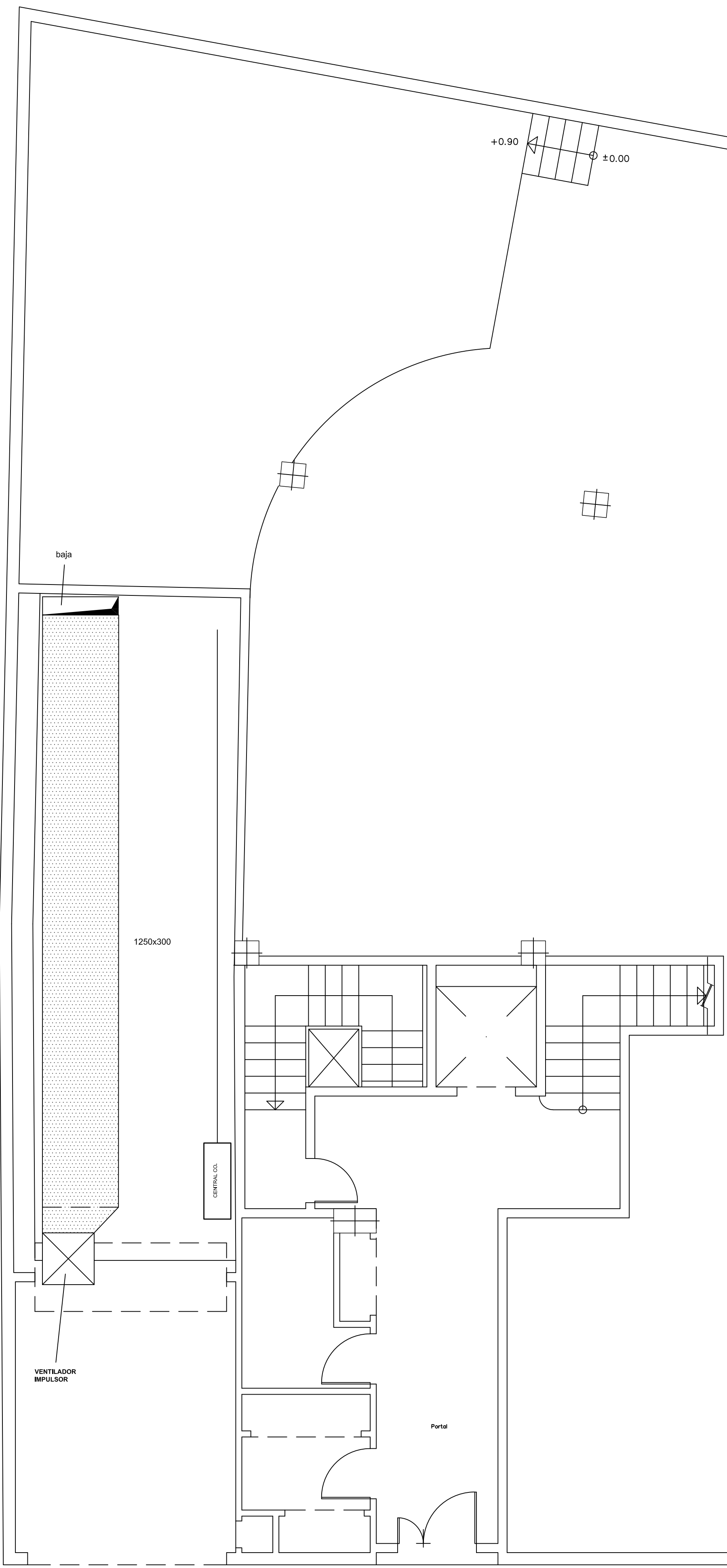
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S	TFM Nº: 13
		MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
TÍTULO DEL TFM:			
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2017
REJILLAS, ARQUETAS Y ESQUEMA DE POZO DE BOMBEO			
AUTOR:		FIRMA: 	ESCALA: SE
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			PLANO Nº: 43



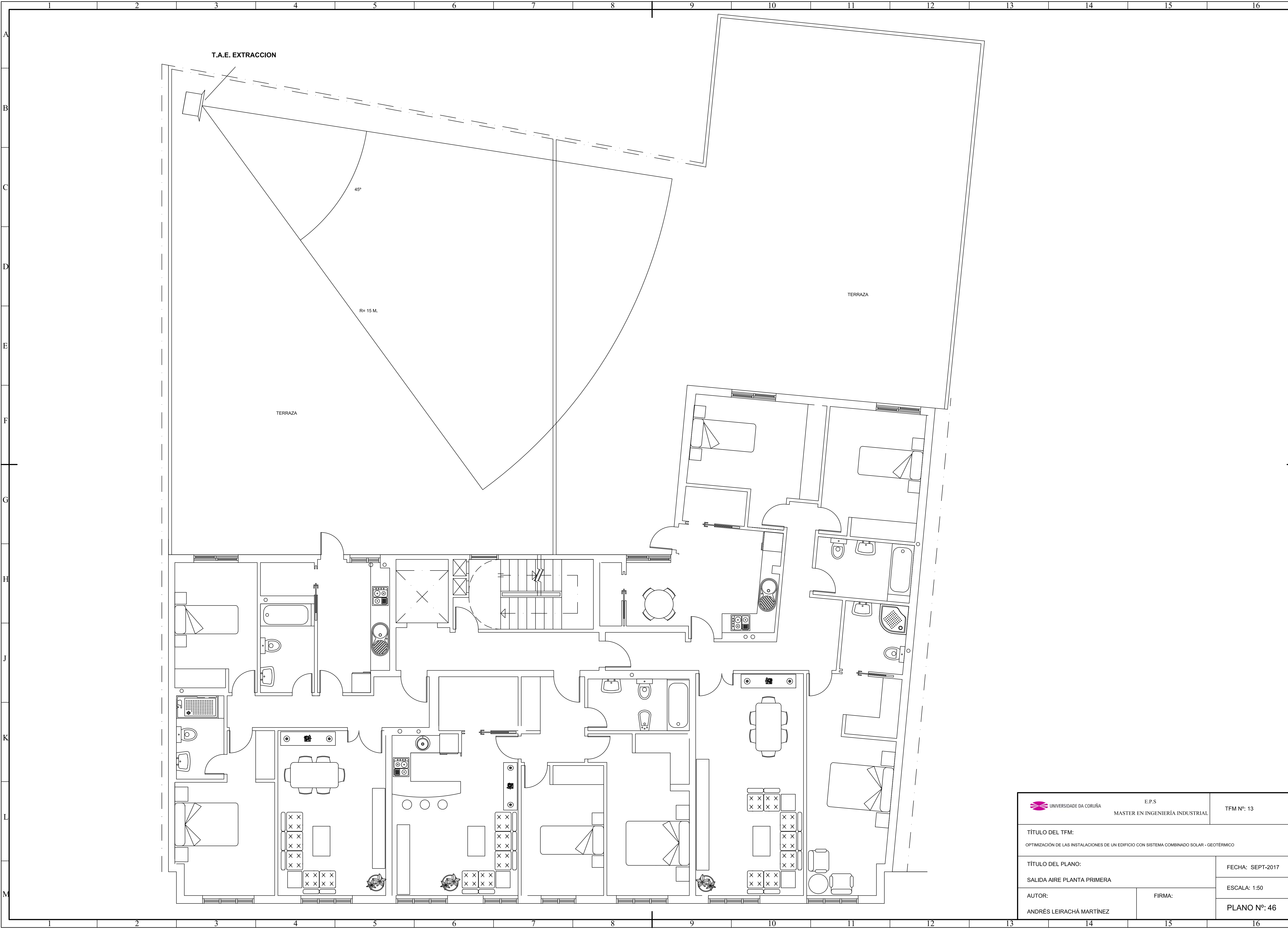
CO DETECTORES DE CO. SITUADOS A 1.50 m. DEL SUELO.
CONECTADOS ENTRE SI Y A CENTRAL DETECTORA DE CO.


REJILLAS IMPULSION: 650x200 mm.
REJILLAS EXTRACCION: 550x200 mm.

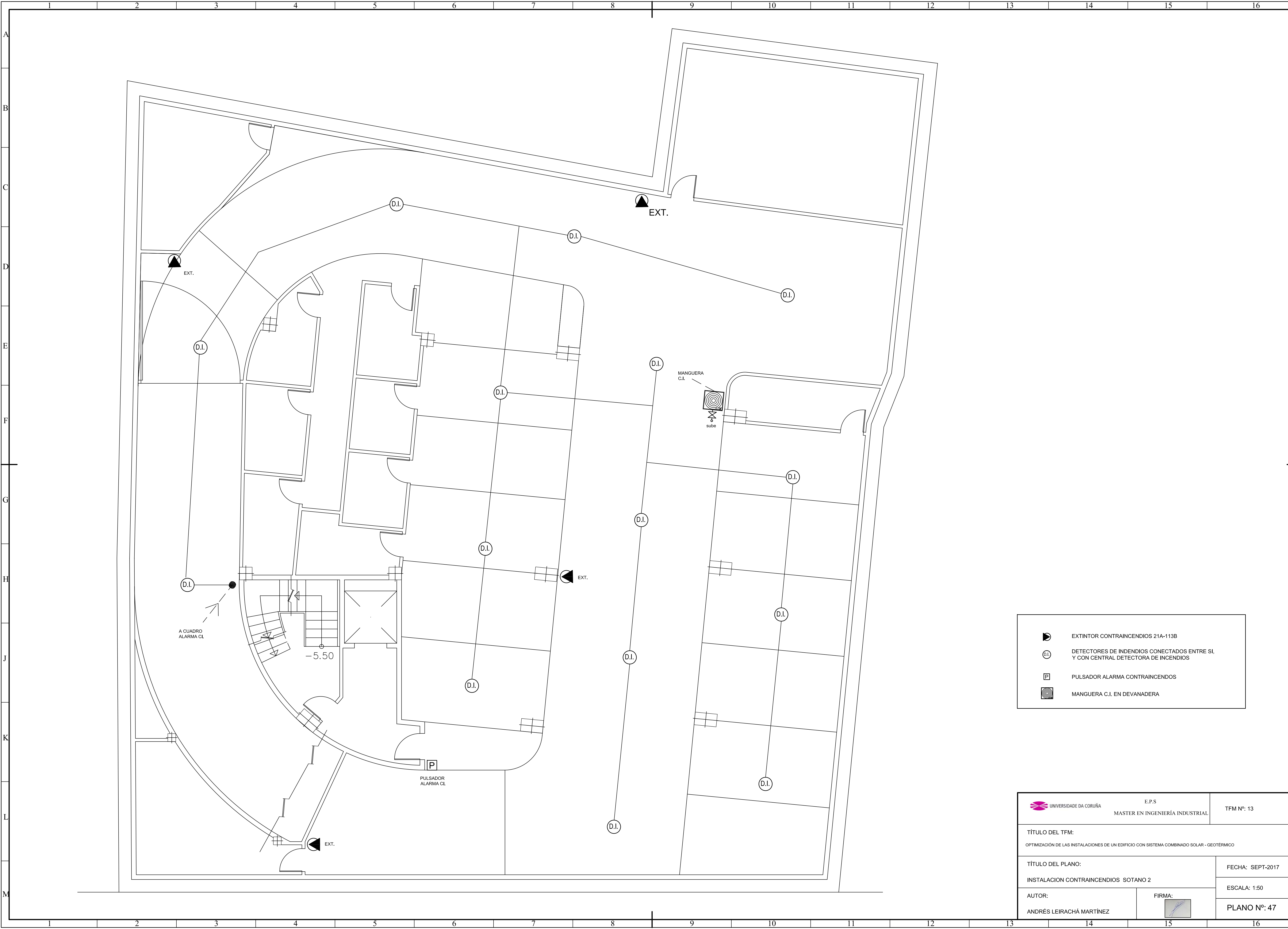
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA	E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
	TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO	
TÍTULO DEL PLANO: VENTILACIÓN SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA:	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 44





CENTRAL CO.	CENTRAL DETECTORA DE CO.
CO.	DETECTORES DE CO. SITUADOS A 1.50 m. DEL SUELO, CONECTADOS ENTRE SI Y A CENTRAL DETECTORA DE CO.





 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: SALIDA AIRE PLANTA PRIMERA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		FIRMA:	ESCALA: 1:50
			PLANO Nº: 46



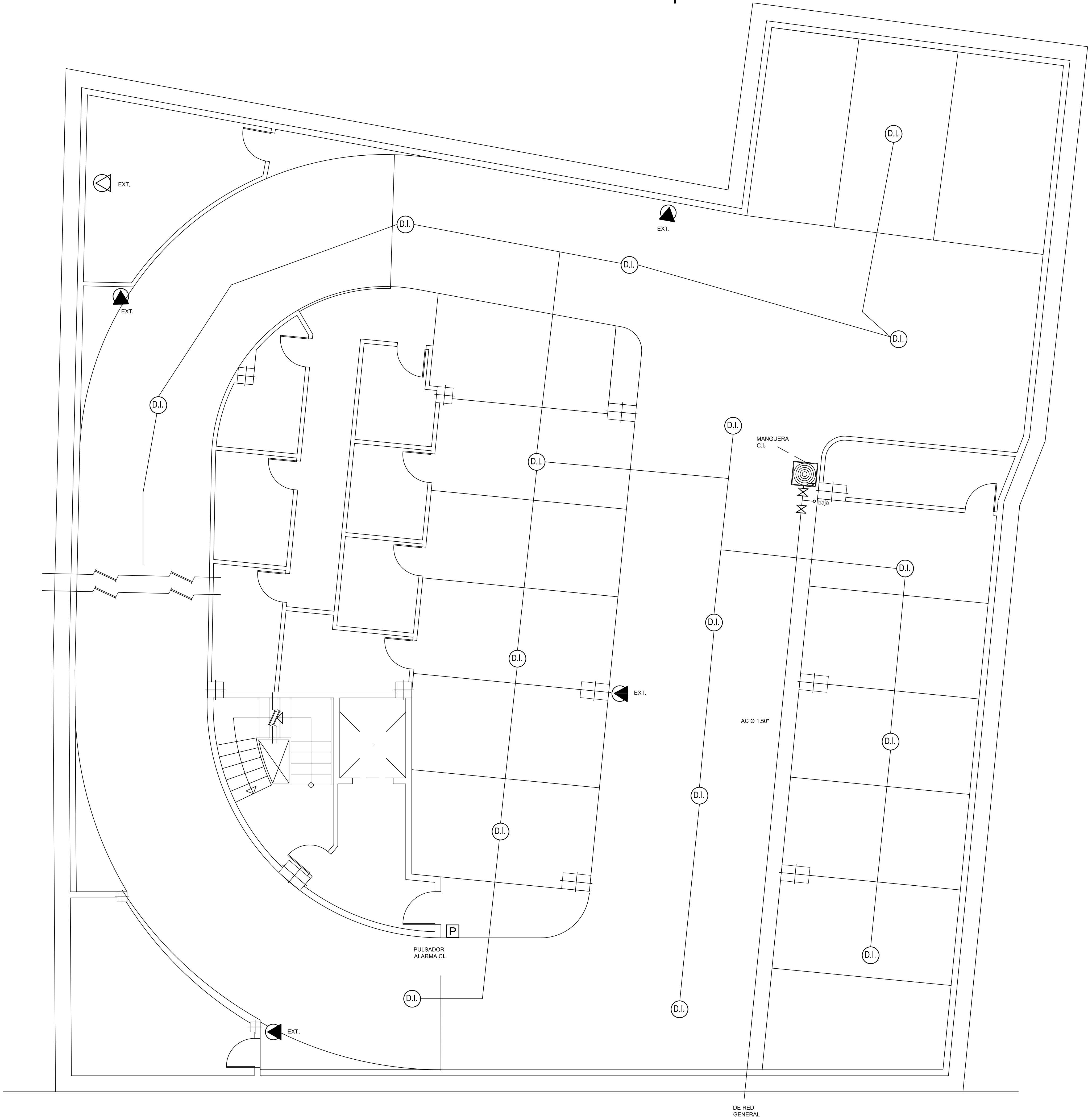
 EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B

 DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI.
Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS

 PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS

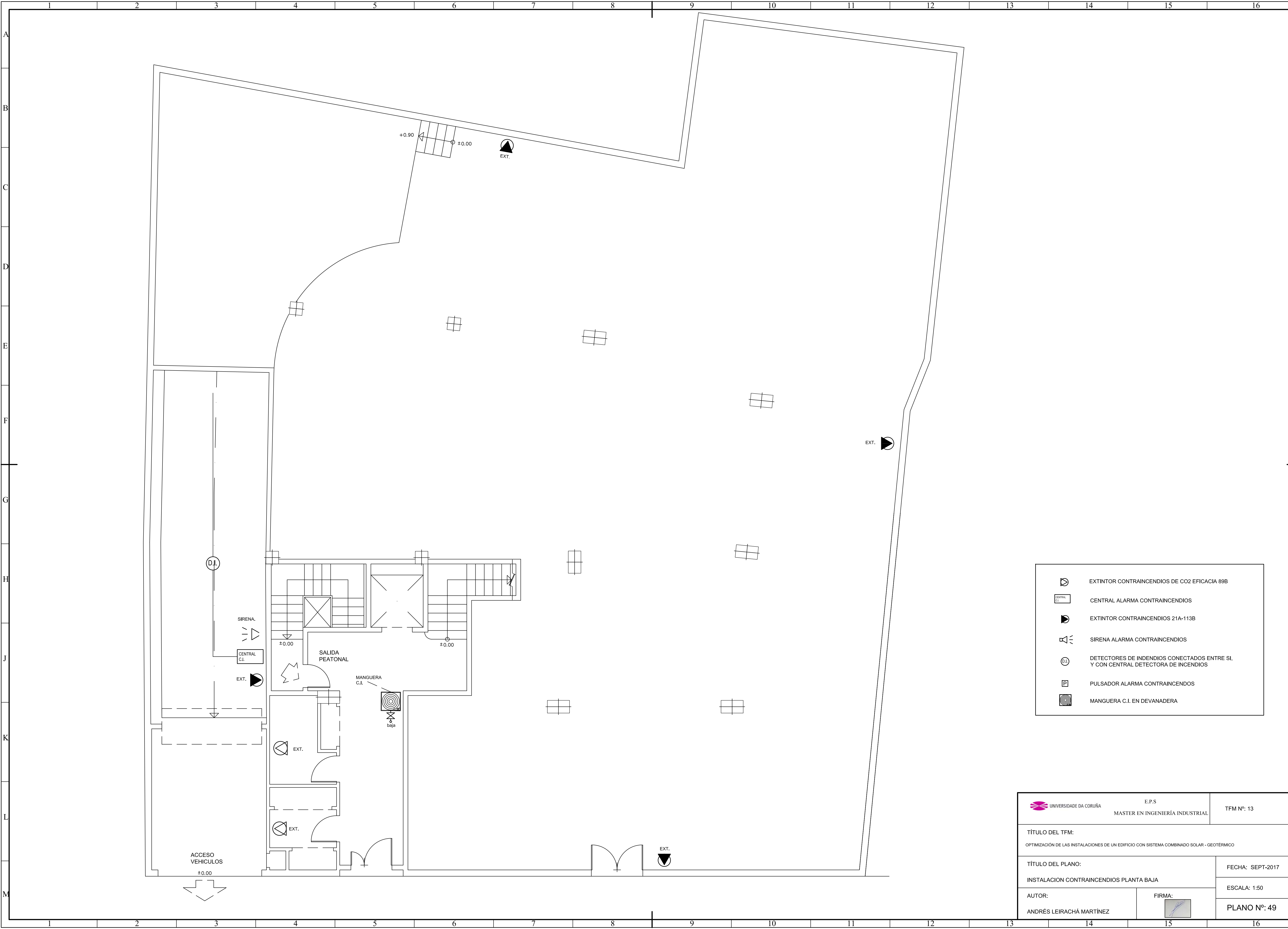
 MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS SOTANO 2			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 47





	EXTINTOR CONTRAINCENDIOS DE CO2 EFICACIA 89B
	EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B
	DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI, Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS
	PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS
	MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


	E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS SOTANO 1		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 48





EXTINTOR CONTRAINCENDIOS DE CO2 EFICACIA 89B


CENTRAL C.I. CENTRAL ALARMA CONTRAINCENDIOS

EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B

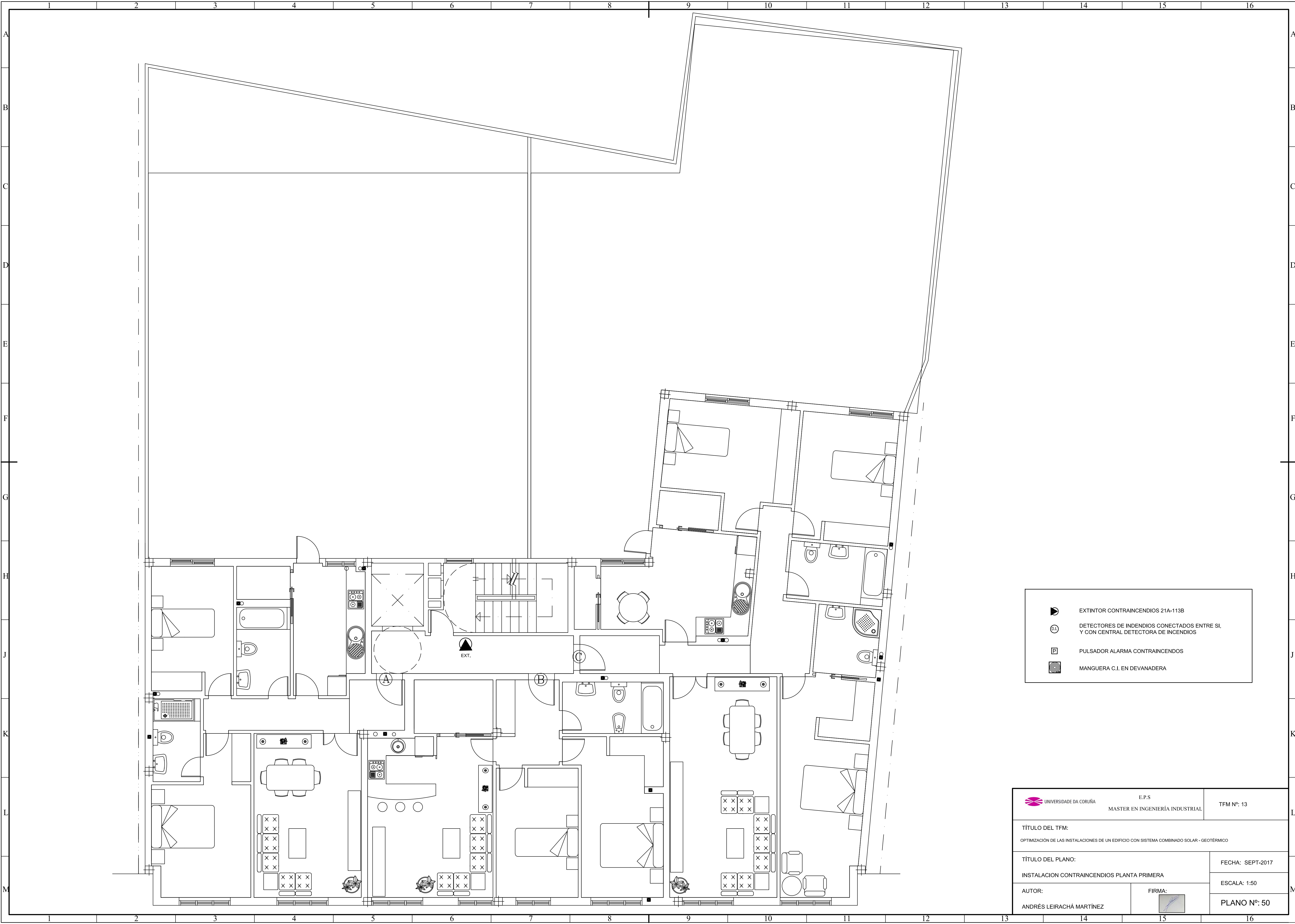
SIRENA ALARMA CONTRAINCENDIOS


DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI, Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS


PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS


MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 49



EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B


DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI,
Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS


PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS


MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS PLANTA PRIMERA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 50



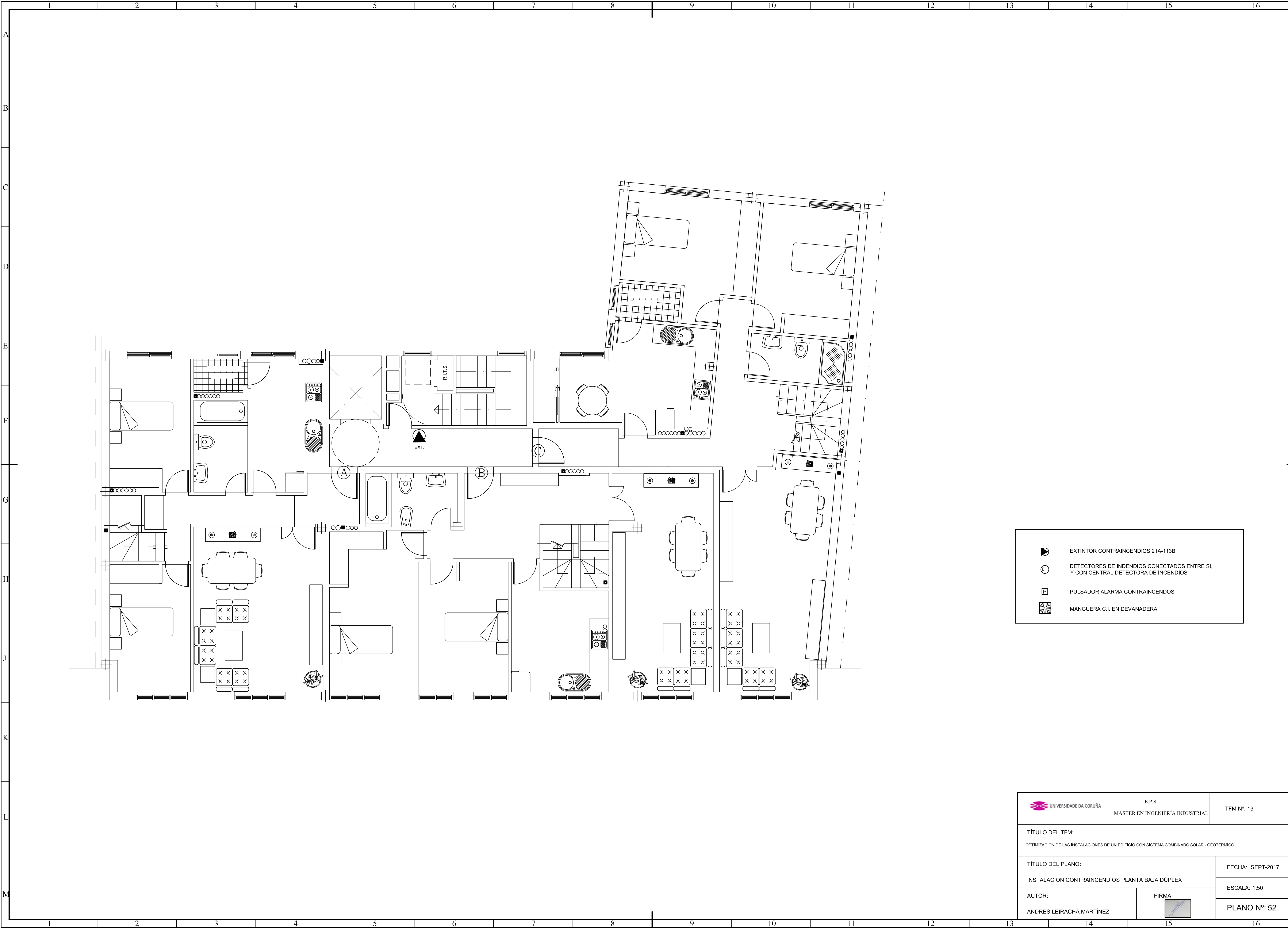
EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B


DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI,
Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS


PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS


MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


<div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS PLANTAS SEGUNDA A QUINTA		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 51



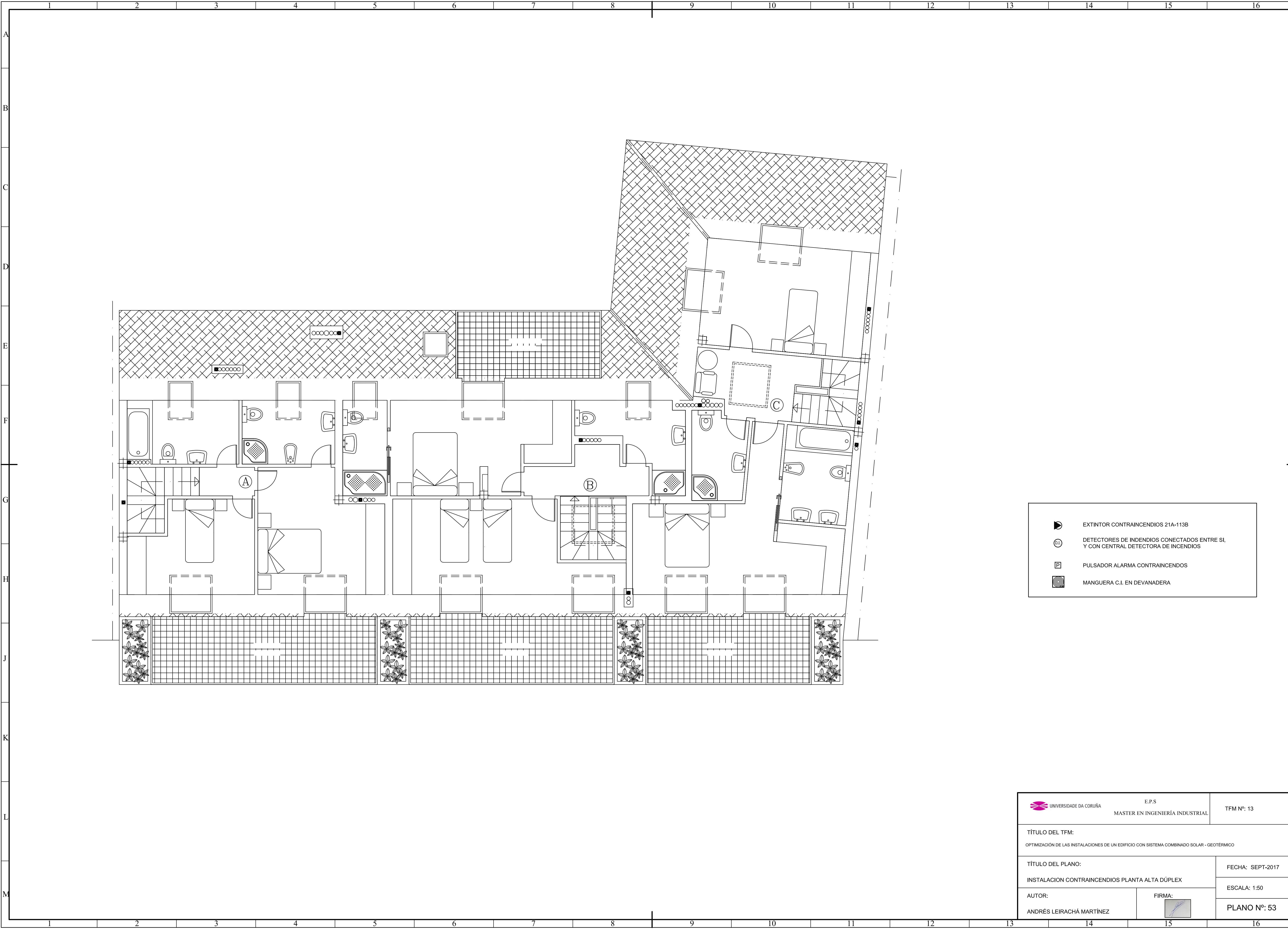
 EXTINTOR CONTRAINCENDIOS 21A-113B


 DETECTORES DE INDENDIOS CONECTADOS ENTRE SI, Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS


 PULSADOR ALARMA CONTRAINCENDIOS


 MANGUERA C.I. EN DEVANADERA


<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRAINCENDIOS PLANTA BAJA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	<div>FIRMA:</div> 	ESCALA: 1:50
		PLANO Nº: 52



 EXTINTOR CONTRA INCENDIOS 21A-113B

 DETECTORES DE INCENDIOS CONECTADOS ENTRE SI, Y CON CENTRAL DETECTORA DE INCENDIOS

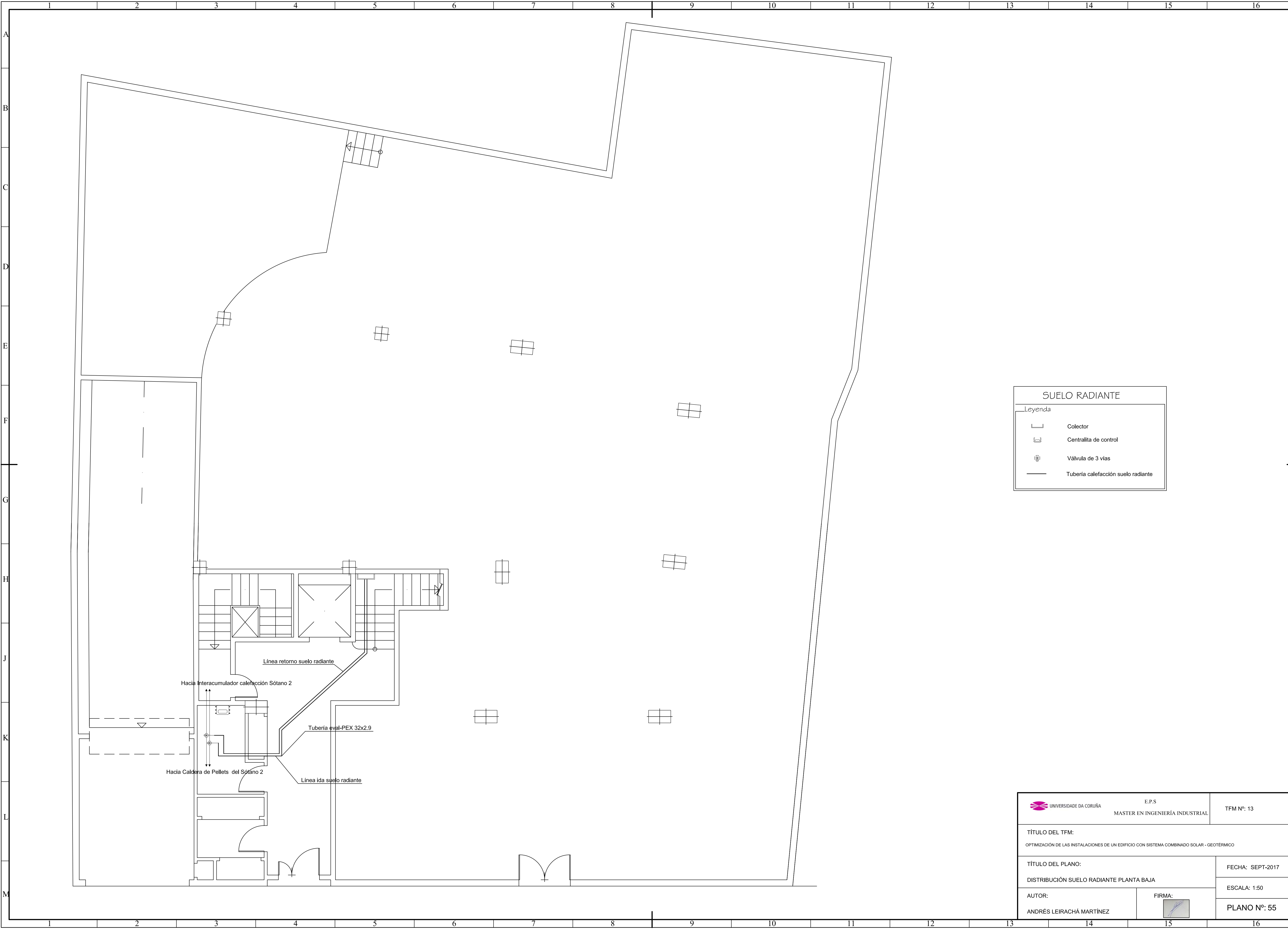
 PULSADOR ALARMA CONTRA INCENDIOS

 MANGUERA C.I. EN DEVANADERA

<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACION CONTRA INCENDIOS PLANTA ALTA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 53





<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: CALEFACCIÓN SOTANO 2		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 54





SUELO RADIANTE

Leyenda

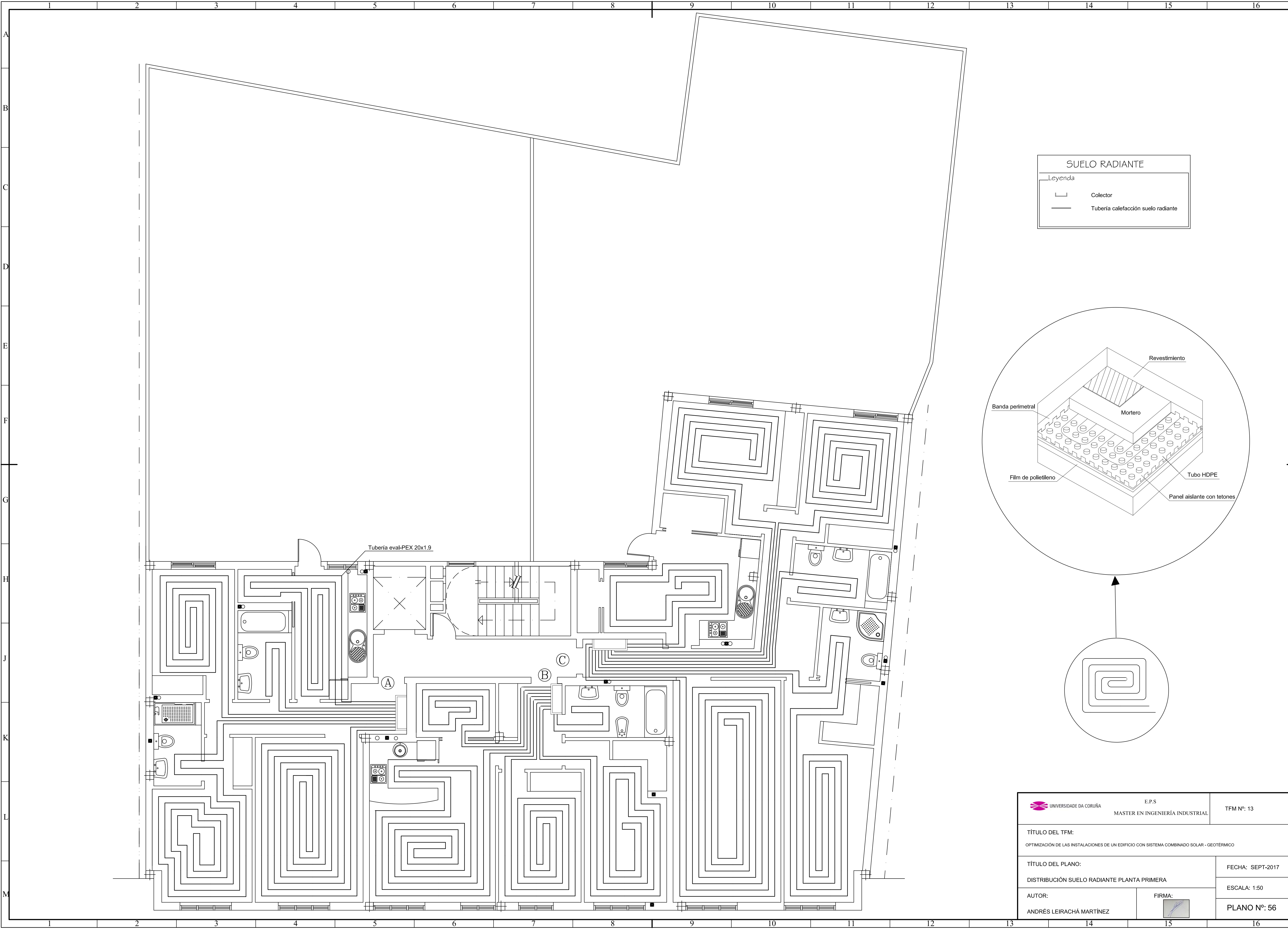
 Colector

 Centralita de control

 Válvula de 3 vías

 Tubería calefacción suelo radiante

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE PLANTA BAJA			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 55

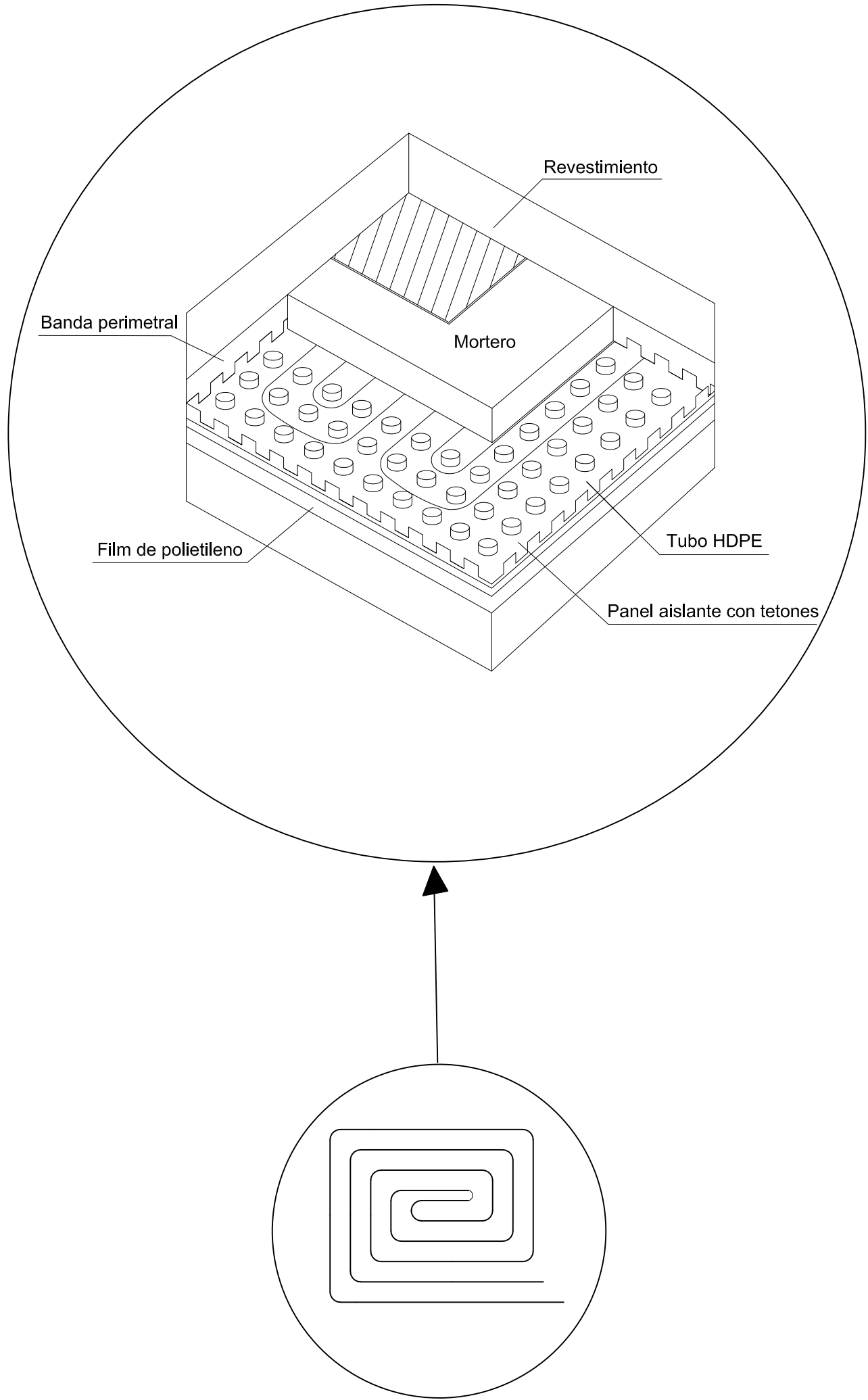


SUELO RADIANTE

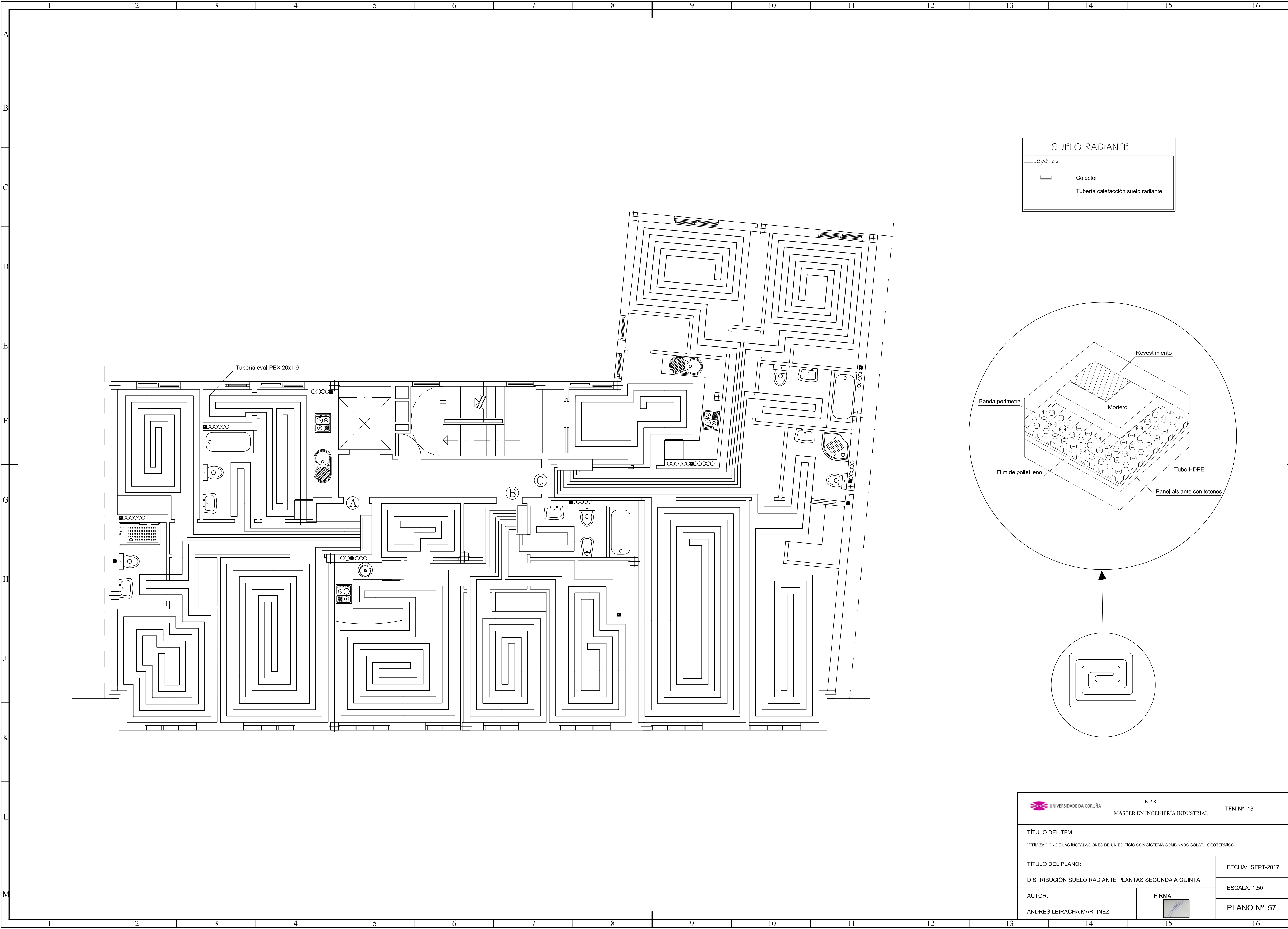
Leyenda

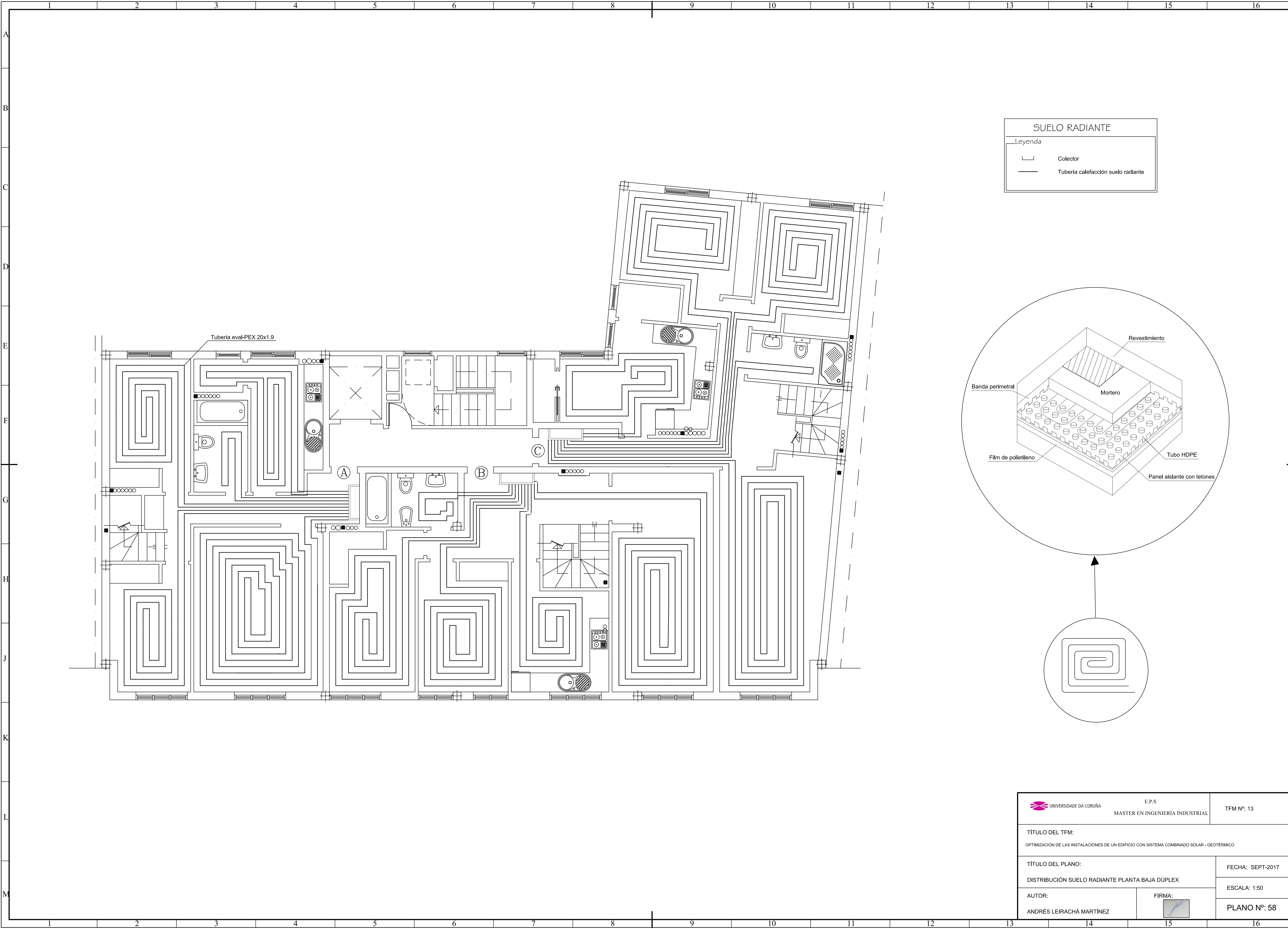
Colector

Tubería calefacción suelo radiante



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPT-2017	
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50	
		PLANO Nº: 56	



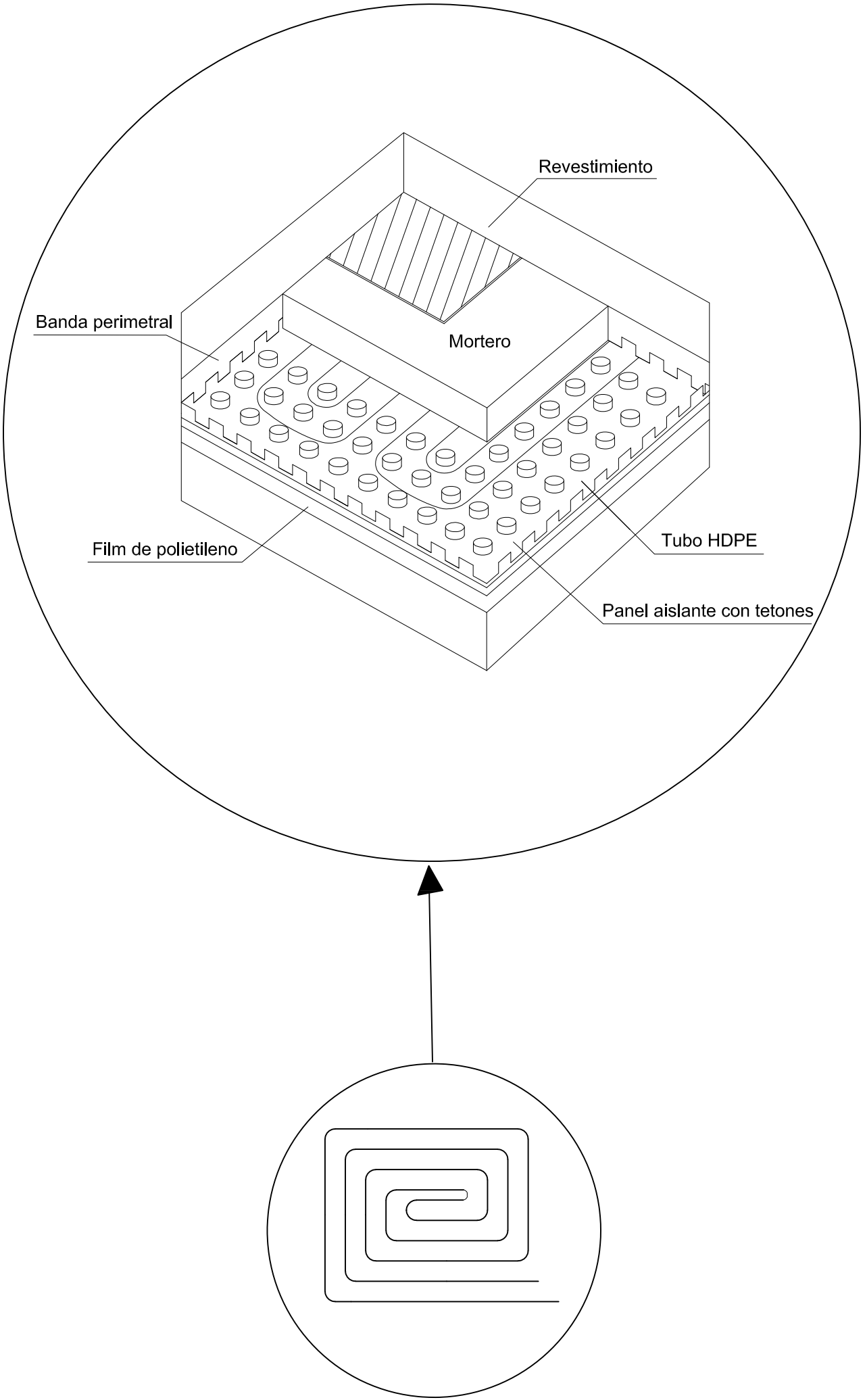



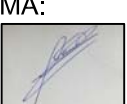
SUELO RADIANTE

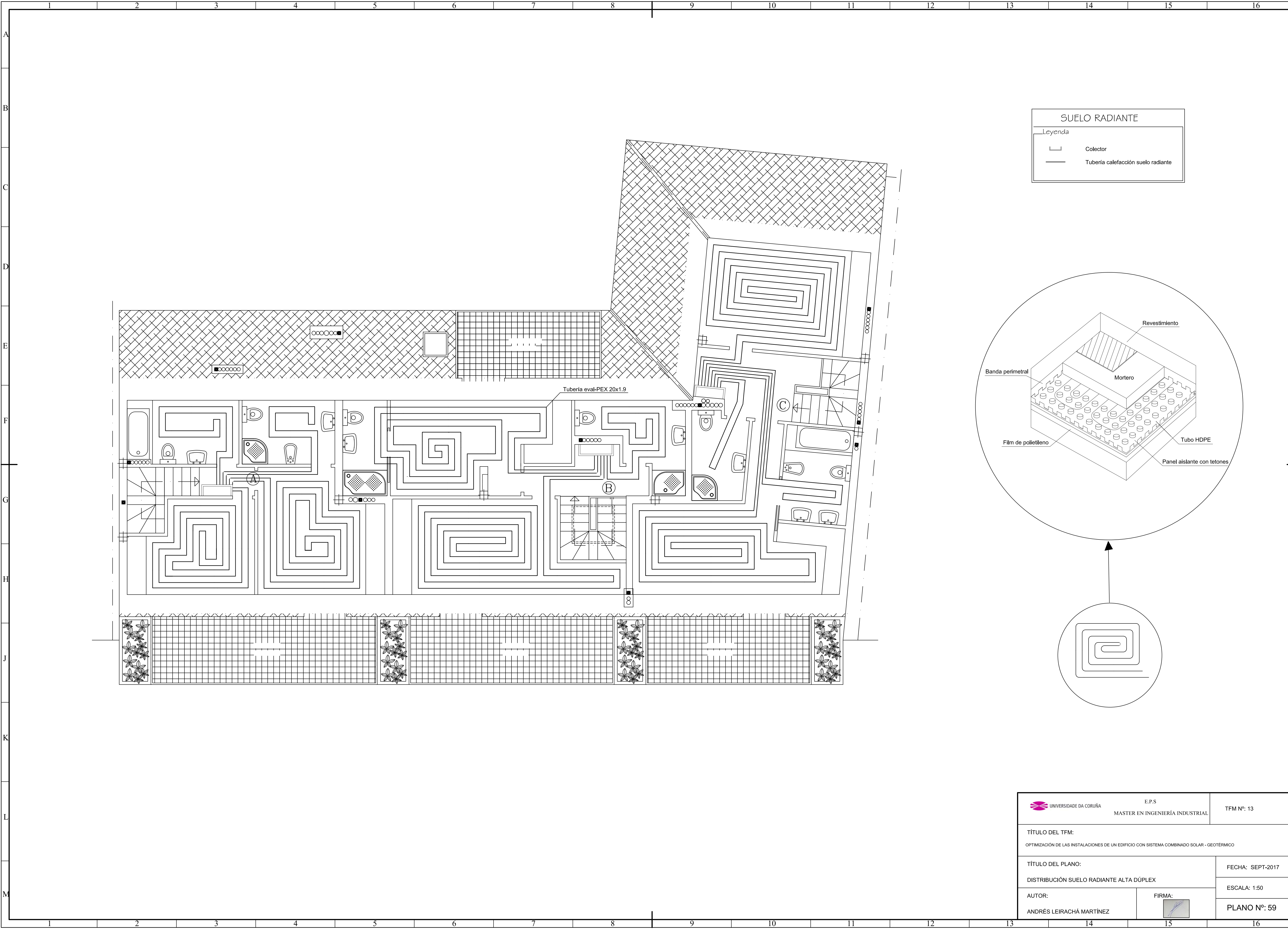
Leyenda

Colector

Tubería calefacción suelo radiante



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE PLANTA BAJA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017	
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ	FIRMA: 	ESCALA: 1:50	
		PLANO Nº: 58	

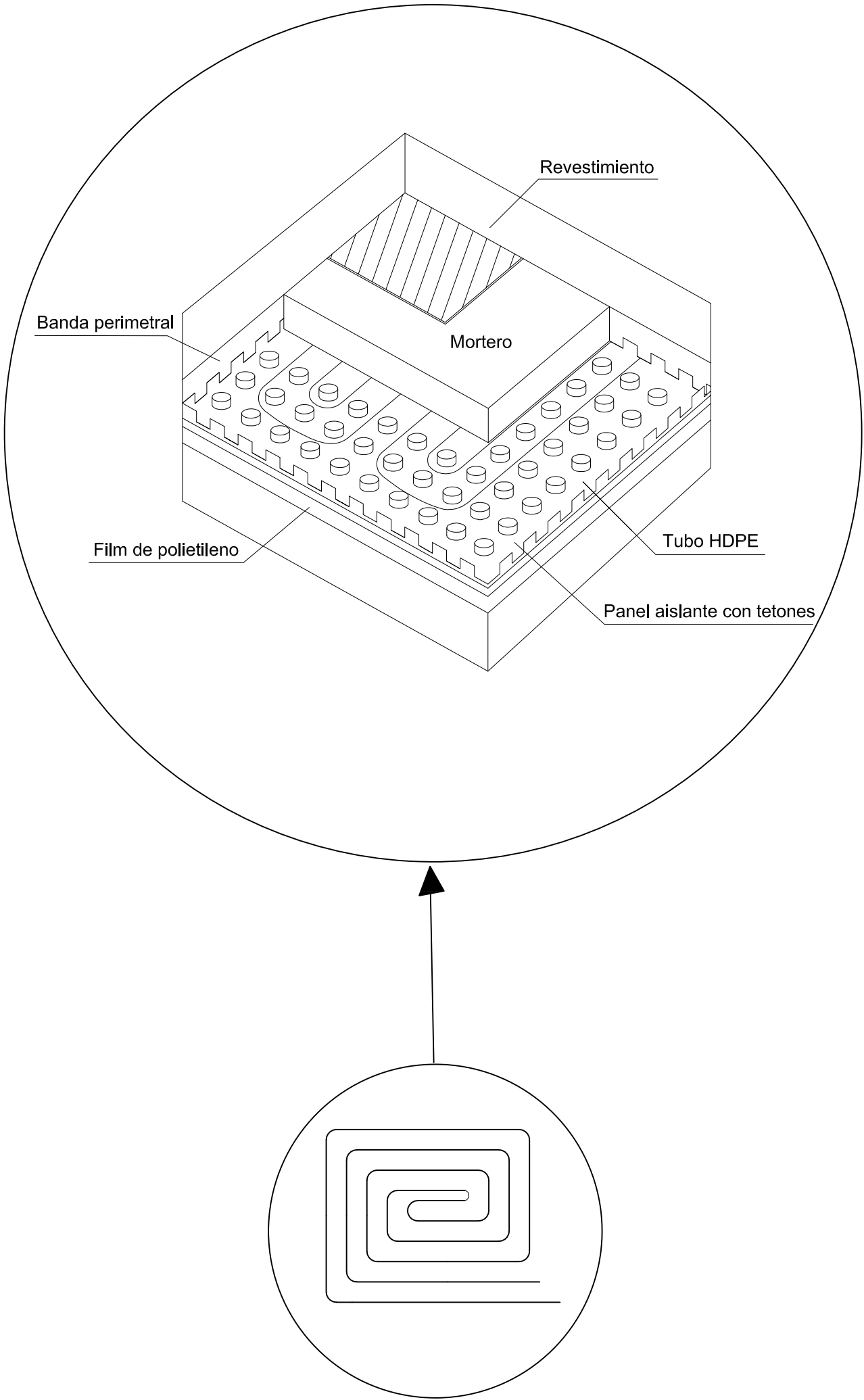


SUELO RADIANTE

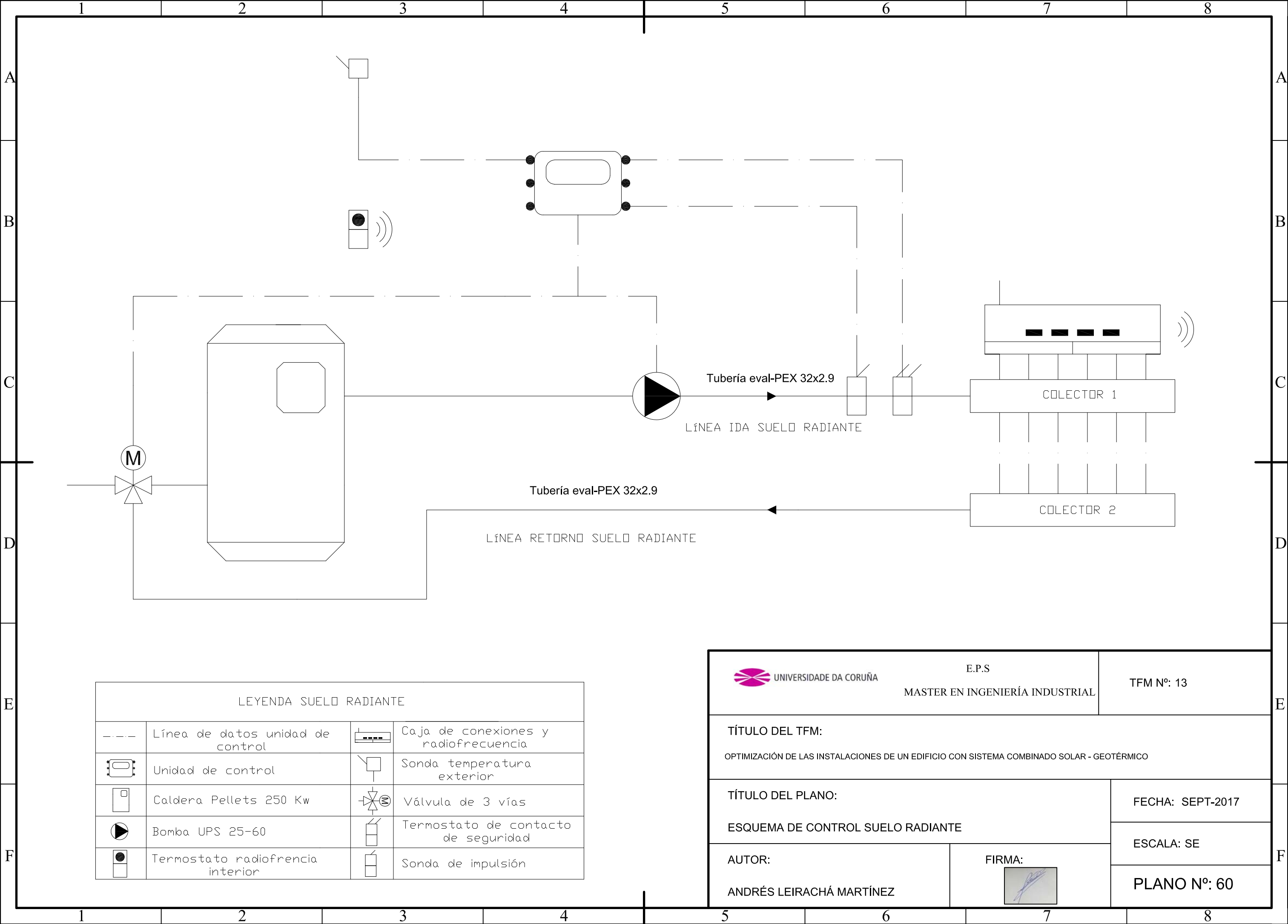
Legenda

Colector

Tubería calefacción suelo radiante

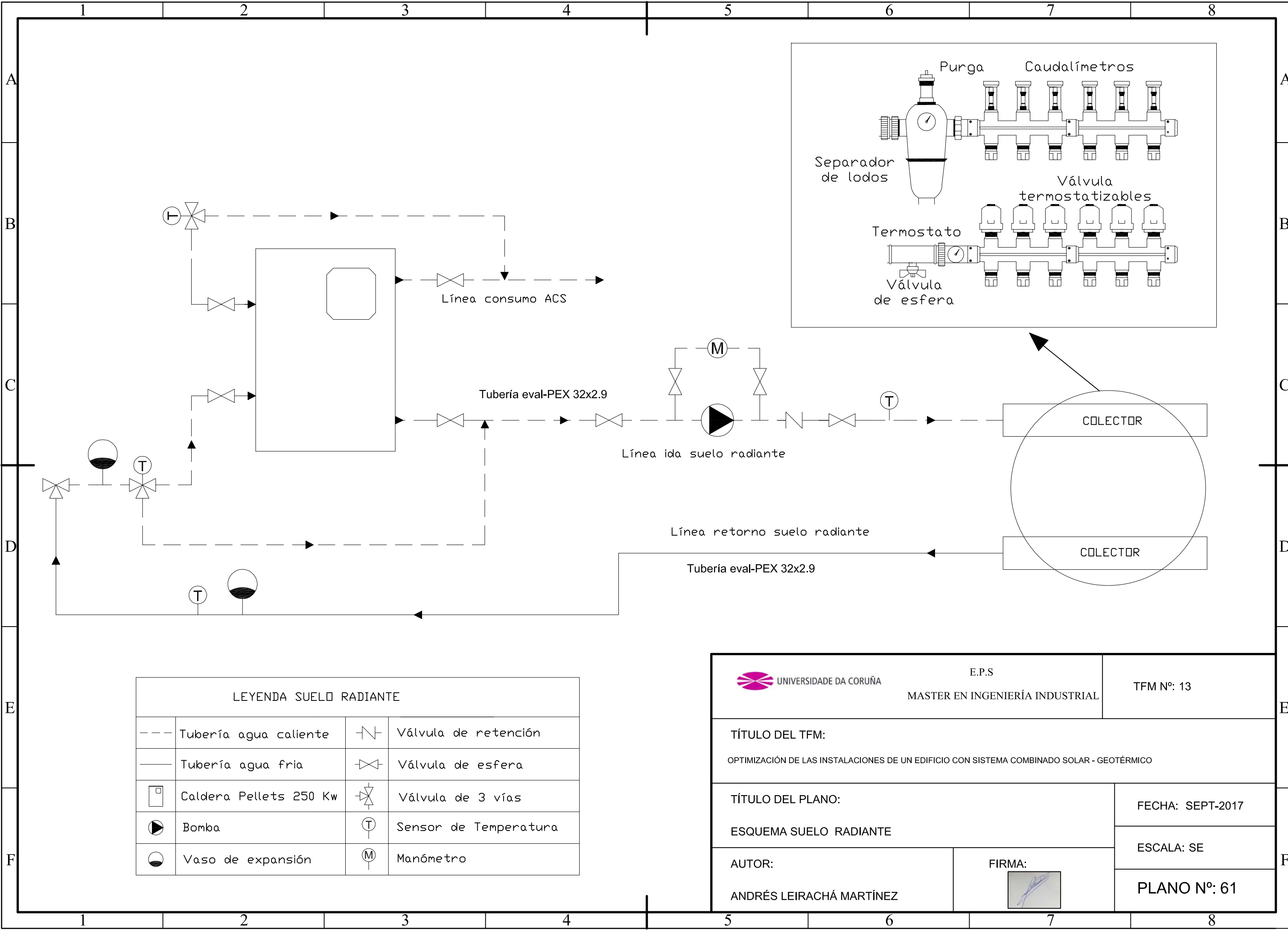


<div><div>UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div><div>E.P.S</div><div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div></div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN SUELO RADIANTE ALTA DÚPLEX		FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		ESCALA: 1:50
FIRMA: 		PLANO Nº: 59



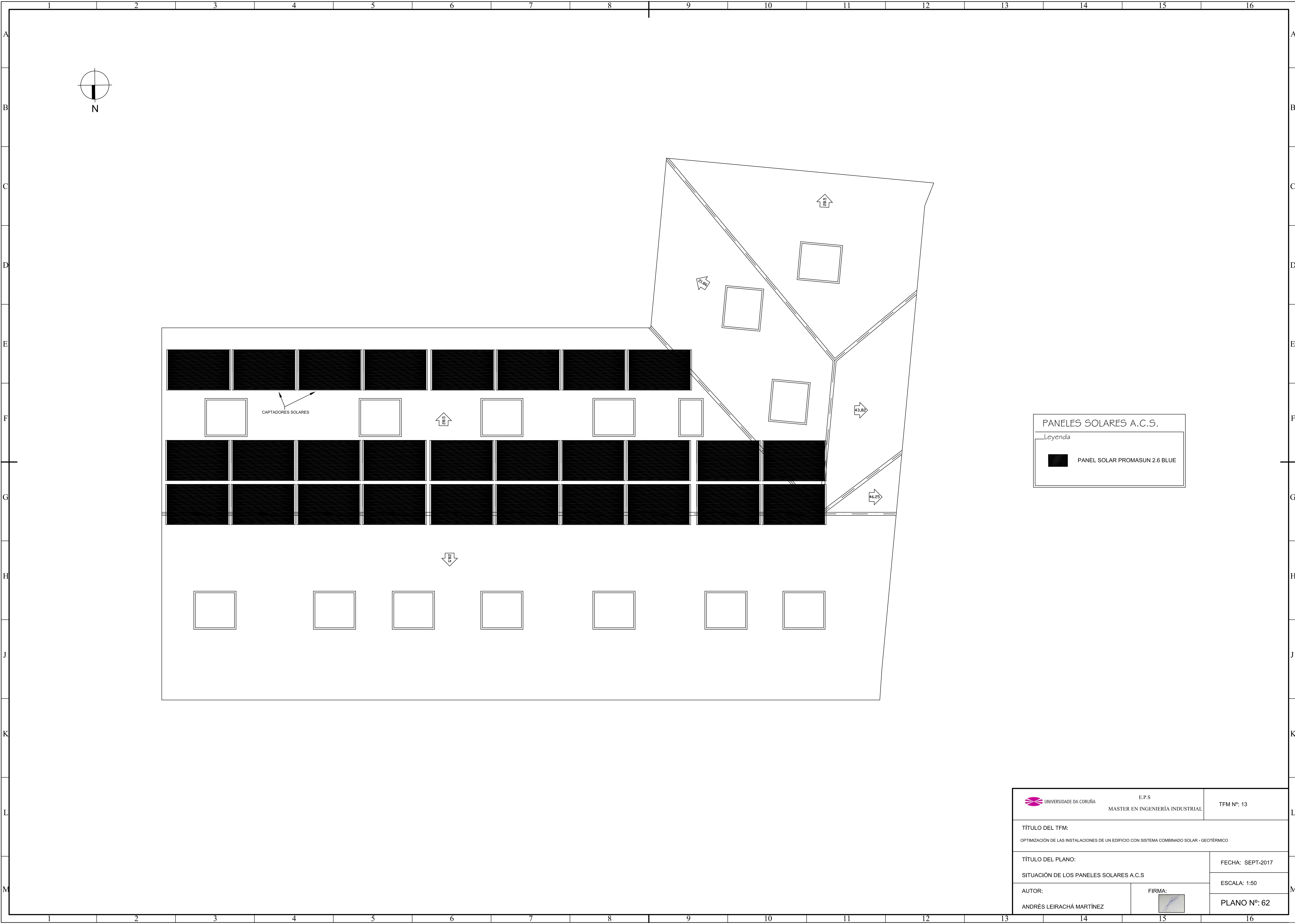
LEYENDA SUELO RADIANTE			
----	Línea de datos unidad de control		Caja de conexiones y radiofrecuencia
	Unidad de control		Sonda temperatura exterior
	Caldera Pellets 250 Kw		Válvula de 3 vías
	Bomba UPS 25-60		Termostato de contacto de seguridad
	Termostato radiofrecuencia interior		Sonda de impulsión

<div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div> <div>E.P.S</div> <div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div>		TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM:		
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: SEPT-2017
ESQUEMA DE CONTROL SUELO RADIANTE		ESCALA: SE
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 60
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ		



LEYENDA SUELO RADIANTE			
---	Tubería agua caliente		Válvula de retención
—	Tubería agua fría		Válvula de esfera
	Caldera Pellets 250 Kw		Válvula de 3 vías
	Bomba		Sensor de Temperatura
	Vaso de expansión		Manómetro

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S	TFM Nº: 13
		MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	
TÍTULO DEL TFM:			
OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO:			FECHA: SEPT-2017
ESQUEMA SUELO RADIANTE			ESCALA: SE
AUTOR:	FIRMA:		PLANO Nº: 61
ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			

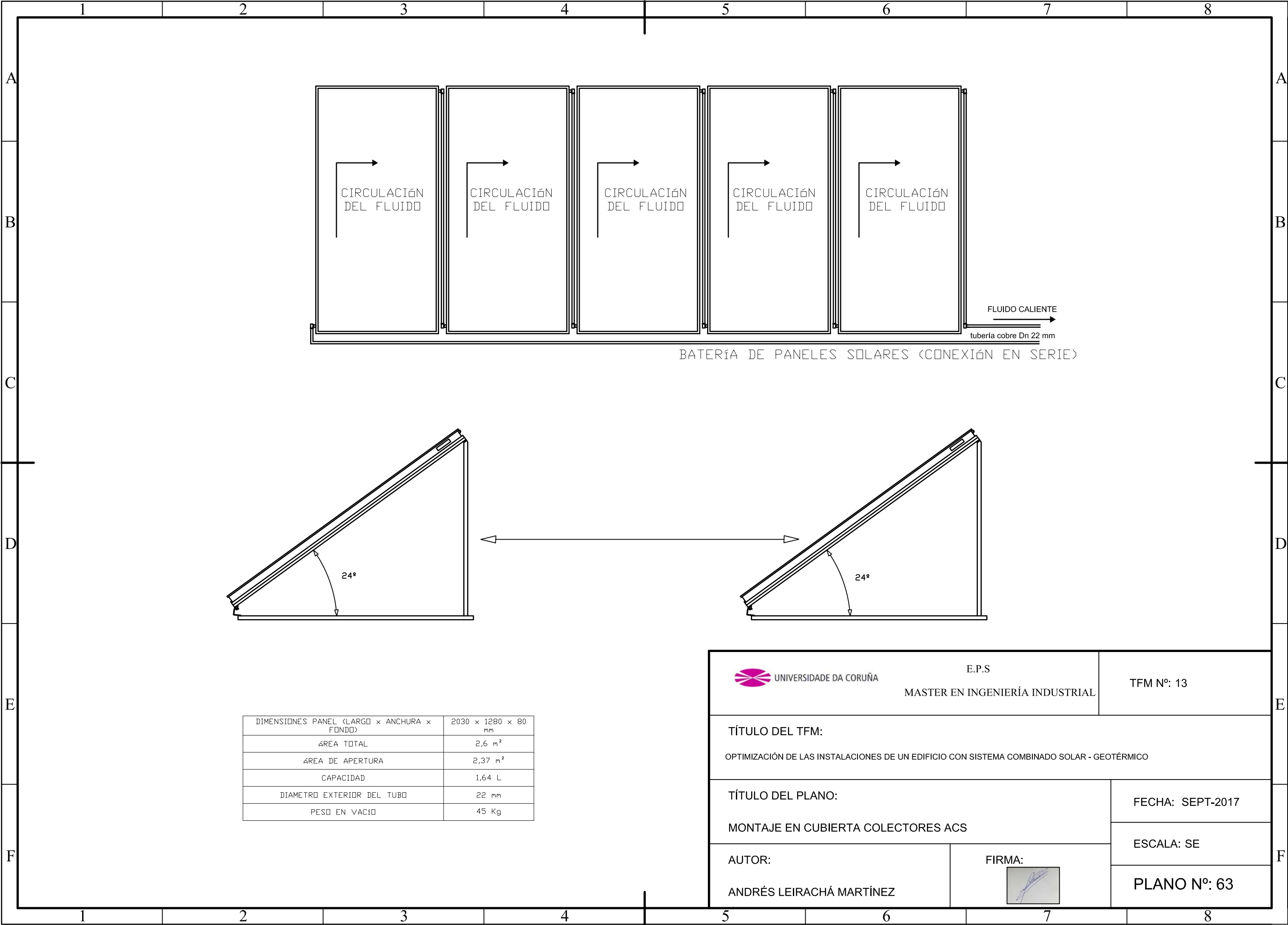


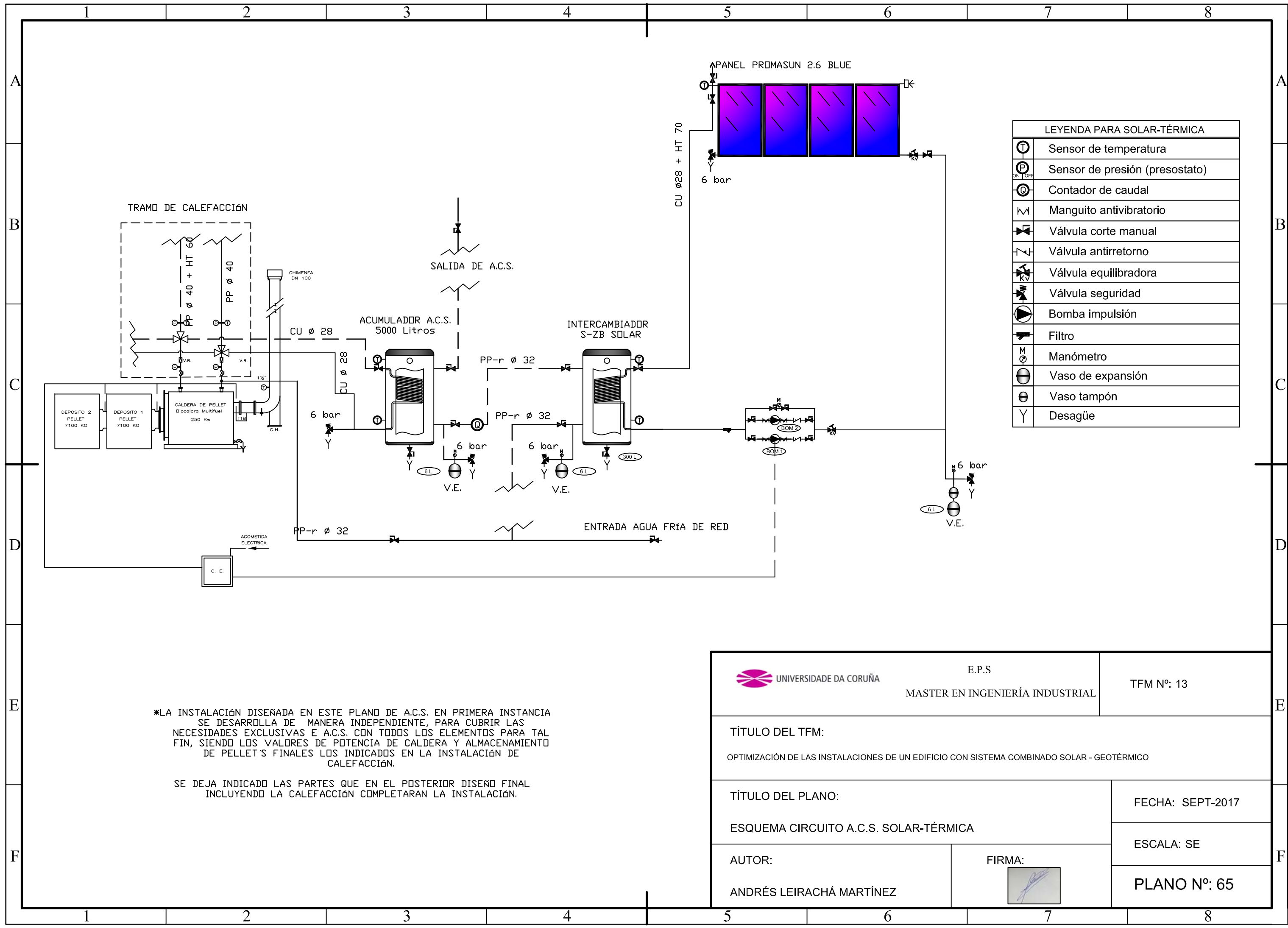
PANELES SOLARES A.C.S.

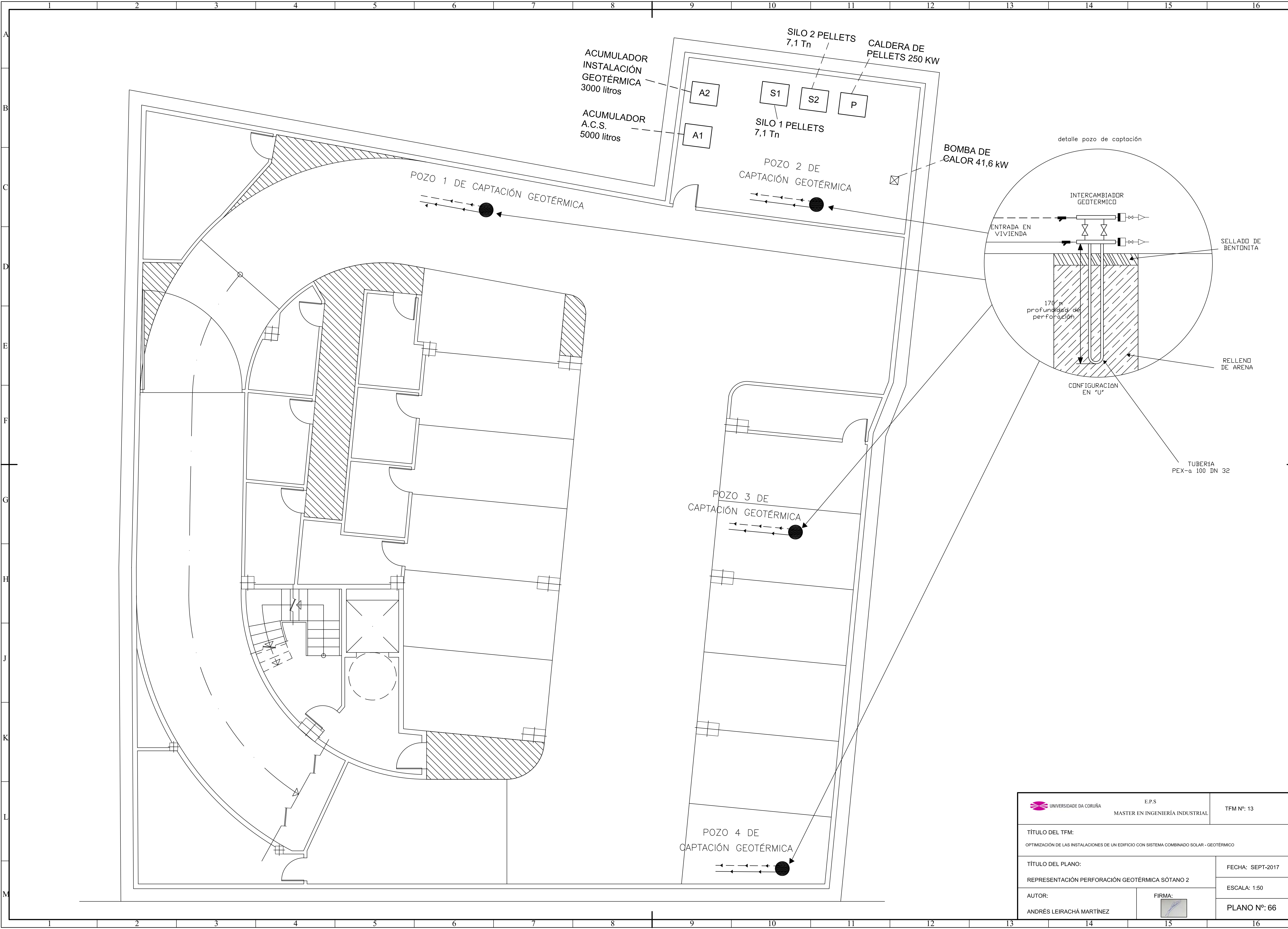
Leyenda

PANEL SOLAR PROMASUN 2.6 BLUE

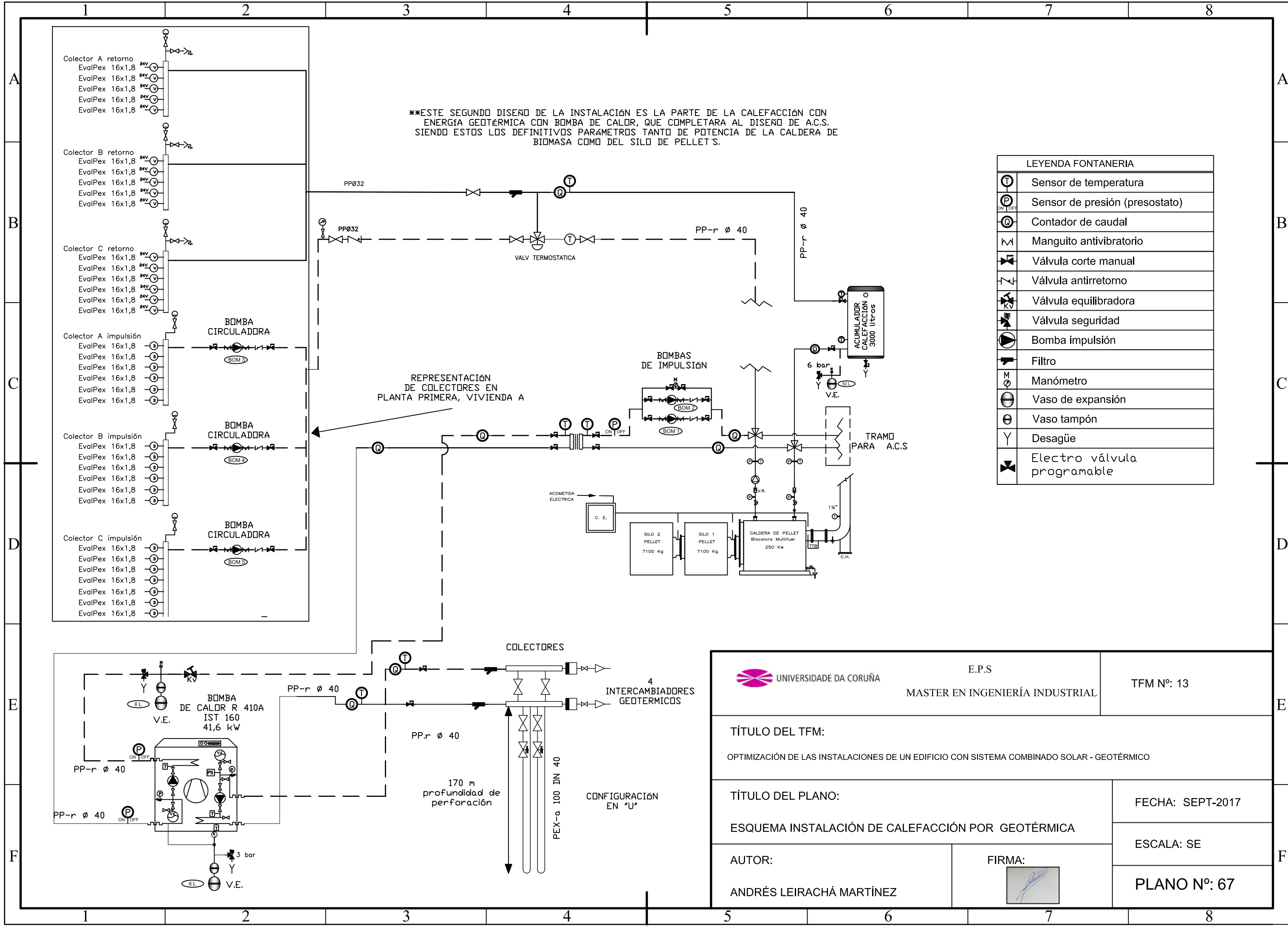
<div><div> UNIVERSIDADE DA CORUÑA</div><div><div>E.P.S</div><div>MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL</div></div></div>		TFM Nº: 13
<div>TÍTULO DEL TFM:</div> <div>OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO</div>		
<div>TÍTULO DEL PLANO:</div> <div>SITUACIÓN DE LOS PANELES SOLARES A.C.S</div>		FECHA: SEPT-2017
<div>AUTOR:</div> <div>ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ</div>		ESCALA: 1:50
<div>FIRMA:</div> <div></div>		PLANO Nº: 62







 UNIVERSIDADE DA CORUÑA		E.P.S. MASTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL	TFM Nº: 13
TÍTULO DEL TFM: OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR - GEOTÉRMICO			
TÍTULO DEL PLANO: REPRESENTACIÓN PERFORACIÓN GEOTÉRMICA SÓTANO 2			FECHA: SEPT-2017
AUTOR: ANDRÉS LEIRACHÁ MARTÍNEZ			ESCALA: 1:50
FIRMA: 			PLANO Nº: 66





UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR -
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES:

5.1 OBJETO.	4
5.1.1 Objeto del presente pliego.....	4
5.1.2 Documentación del contrato de obra.	4
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.	5
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.	6
5.2.1 Disposiciones generales.	6
5.2.2 Contratos.....	7
5.2.3. Seguros.....	8
5.2.4 Garantías.	8
5.2.5 Recepción de las instalaciones.	8
5.2.6 Final.	9
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	9
5.3.1 Obligaciones del contratista.....	9
5.3.2 Obligaciones de los operarios.	10
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.	11
5.3.4 Materiales.....	11
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.	11
5.3.6 Subcontratación de obras.	11
5.3.7 Seguro de incendios.	12
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.....	12
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.	12
5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.....	13
5.3.12 Documentación complementaria.....	13
5.3.13 Liquidaciones parciales.....	13
5.3.14 Recepción provisional.	13

5.3.15 Plazo de garantía de las obras.....	14
5.3.16 Recepción definitiva.	14
5.3.17 Libro de órdenes.....	14
5.3.18 Datos de la Obra.....	15
5.3.19 Trabajos no previstos.	15
5.3.20 Facilidades para la inspección.	16
5.3.21 Certificados y documentación.....	16
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.	16
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.	17
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.	17
5.3.25 Seguridad en el trabajo.	17
5.3.26 Seguridad pública.	18
5.3.27 Rescisión del contrato.	18
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.	19
5.4.1 Objeto.....	19
5.4.2 Campo de aplicación.	19
5.4.3 Condiciones generales.....	19
5.4.3.1 Calidad de los materiales.	19
5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.	19
5.4.3.3 Materiales no consignados en el Trabajo.....	20
5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.	20
5.4.4 Normas.	20
5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.	20
5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.....	21
5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.	21
5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.	22

5.4.5.1 Instalación de baja tensión.....	22
5.4.5.2 Instalación en locales mojados.....	37
5.4.5.3 Aparamenta.....	38
5.4 DISPOSICIÓN FINAL.	39

5.1 OBJETO.

5.1.1 Objeto del presente pliego.

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico-facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución del presente trabajo. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del trabajo. Se refieren al suministro y colocación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan según el contrato y legislación aplicables a la propiedad, el contratista, sus técnicos y encargados y los servicios a ella vinculados, así como las relaciones entre todos ellos, y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de Obras.

5.1.2 Documentación del contrato de obra.

Integran el Contrato los siguientes documentos relacionados por orden de relación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1) Las condiciones fijadas en el propio documento de Contrato de empresa o arrendamiento de Obra, si existiera.
- 2) El Pliego de Condiciones Particulares.
- 3) Pliego General de Condiciones.
- 4) Los precios de las Unidades de Obra.
- 5) Los planos.
- 6) La memoria, en cuanto a la definición de materiales y calidades.

En las Obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Anexo de Control de Calidad de la Edificación. Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la Obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la Obra se incorporan al Trabajo como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

5.1.3 Compatibilidad y prelación entre dichos documentos.

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente trabajo se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del trabajo en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del trabajo tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por

el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.

5.2.1 Disposiciones generales.

El propietario es la Escuela Universitaria Politécnica Superior de Ferrol que ha encomendado este trabajo a Andrés Leirachá Martínez.

- Las instalaciones a realizar son descritas en la memoria y deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos adjuntos.
- La ejecución del trabajo se encomendará a contratistas e instaladores debidamente autorizados, quienes acreditarán tal circunstancia y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de estas condiciones.
- El replanteo de las instalaciones deberá realizarse en presencia del director de las mismas, a quien el contratista podrá exigir el levantamiento del acta correspondiente, siendo el contratista responsable de las circunstancias que pudieran derivarse del incumplimiento de las mismas.
- El contratista será el responsable del fiel cumplimiento de las normas relativas a todo tipo de pruebas en depósitos, dispositivos, instrumentos de control y dispondrá de los medios oportunos para que las mismas puedan realizarse en presencia de los Técnicos de los Organismos Oficiales o de la Dirección de las Obras.
- El contratista es responsable de la instalación para que ha sido contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costar ni las erradas maniobras que se cometieran durante el montaje, siendo toda esto de su cuenta y riesgo e independiente de la dirección técnica.
- El contratista se hace responsable del cumplimiento de la vigente normativa sobre Seguridad y Salud, así como de las medidas complementarias que sobre la misma puede introducir la dirección técnica, siendo responsable de los accidentes que sobrevinieran tanto al personal como a terceros, tanto durante su ejecución como durante las pruebas.
- El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como los útiles y herramientas necesarias para la realización de las pruebas oficiales o que la dirección técnica estime oportunas, corriendo por su cuenta los gastos que pudieran ocasionar dichas pruebas.

- Si durante el montaje de la Obra, el Director Técnico considerase necesario introducir modificaciones en el trabajo, el instalador queda obligado a realizarlas siempre y cuando el aumento y disminución en la instalación no suponga más del 25% del total contratado, abonándose o cargándose la parte que resulte con arreglo a los precios del trabajo. Si figurasen partidas de otra clase, cuyo precio unitario no figure en el trabajo, éste se estipulará previamente entre el contratista y el propietario; de no hacerlo así, se dejará a juicio de la dirección técnica.
- Las dudas que pudieran surgir sobre el trabajo y contrato de instalación, serán resueltas por la dirección técnica, así como sobre la interpretación de planos, debiendo el contratista someterse a lo que ésta decida.
- La dirección técnica podrá rechazar cualquier instalación que considere defectuosa, estando obligado el contratista a desmontarla y volver a ejecutarla sin derecho a indemnización.
- Si el contratista se negase a seguir las instrucciones de la Dirección Técnica o las ejecutase a velocidad inadecuada en un plazo máximo a juicio de ésta, será apercibido, y si en el plazo de 48 horas no modificase su actitud, el Director Técnico levantará acta de tal circunstancia y si en un plazo de 72 horas el contratista persistiese, el Director Técnico levantará nueva acta quedando a partir de dicho momento el contrato entre el propietario y el contratista rescindido sin que éste último tenga derecho a ningún tipo de indemnización.
- En caso de rescisión del contrato por la persistencia de las condiciones indicadas del presente pliego de condiciones, las cantidades que el contratista tiene derecho a percibir por parte de obra realizada las determinará el buen juicio de la dirección técnica.

5.2.2 Contratos.

- Se extenderá entre el propietario y el contratista o en su caso con el instalador cuando competiese, contrato con el que se especifiquen plazos de ejecución y formas de cobro, pero entendiéndose que cualquier posible contradicción entre dicho contrato y el presente Pliego de Condiciones se resolverá dando absoluta prioridad al Pliego de Condiciones.
- El presente Pliego de Condiciones es de obligado cumplimiento tanto por la parte de la Dirección Técnica como del instalador, así como de la propiedad, sin que ninguno de ellos pueda alegar desconocimiento del mismo.

5.2.3. Seguros.

- Además de los seguros obligatorios, antes del comienzo de la obra y para toda la duración de ésta, incluido el período de garantía, el contratista deberá contratar una póliza a todo riesgo de la obra e instalación por el valor total de la misma, complementada con una garantía de responsabilidad civil de un mínimo de 150.000 €.
- El contratista someterá a la aprobación de la Dirección Técnica el empleo de cualquier material fundamental o accesorio, sin cuya aprobación no podrá emplearse.
- El contratista queda obligado a encargar la realización de los análisis o ensayos indicados por la Dirección Técnica en los laboratorios que ésta especifique, corriendo el coste de los mismos por la cuenta del contratista siempre que no sobrepase el 1,5 % del total del presupuesto. De sobrepasarlo, la diferencia será abonada por el propietario.
- Los instrumentos de protección y control, conducciones, mecanismos y en general cualquier elemento de que consten las instalaciones, responderán a las características exigidas por los vigentes reglamentos, o en su defecto a Normas de Institutos u Organismos normalmente reconocidos por la Dirección Técnica.

5.2.4 Garantías.

El contratista, por la parte que le corresponda, garantizará completamente la instalación durante un (2) años, comprometiéndose a su reparación y/o reposición sin ningún derecho a recepción.

5.2.5 Recepción de las instalaciones.

- Se considerará recibida la instalación cuando los Organismos competentes den su aprobación y la Dirección Técnica los admita en todos sus extremos.
- Aunque la inspección de los Organismos competentes pueda dar por aprobada la instalación, ésta no se considerará recibida sin la aprobación expresa de la Dirección Técnica, quien extenderá el correspondiente certificado, que será visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales.
- Una vez recibida la instalación, el contratista tendrá derecho a percibir el importe total de la misma en la forma especificada en el contrato, pero el propietario tendrá derecho a retener hasta un 10% durante el año de garantía que empezará a contar desde la fecha del visado del certificado. Una vez transcurrido dicho plazo y en un tiempo máximo de diez días, el contratista deberá percibir la cantidad pendiente.

5.2.6 Final.

Todo lo expuesto en el pliego de condiciones generales será de obligado cumplimiento.

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.**5.3.1 Obligaciones del contratista.**

Toda la Obra se ejecutará con estricta sujeción al Trabajo que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director Técnico o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las Obras. A estos efectos, el contratista entregará un Plan de Trabajo valorado mensualmente antes de una semana tras la firma del acta de replanteo.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc., así como una caseta en la Obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del Trabajo, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la Obra bajo custodia del contratista un “Libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección, dictar las que hayan de extenderse y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de Obra.

El hecho de que en dicho Libro no figuren redactadas las órdenes que preceptorilmente tiene la obligación de cumplir el contratista no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, e igualmente, en lo relativo a las cargas en material social y obligaciones tributarias, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de Obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la Obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución a costa del contratista, hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternatively, aceptar la Obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se sospeche la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente. En el caso de que se comprobare la no existencia de estos vicios, la Propiedad correría con los gastos de la demolición. En caso contrario, la Contrata deberá corregir las disconformidades, corriendo por su cuenta los gastos.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición, certificaciones y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dichas certificaciones y liquidaciones.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aunque no esté expresamente estipulado en este Pliego.

El contratista no podrá subcontratar la Obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado. En todo caso, queda prohibida la subcontratación.

El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo el personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa, dentro de las necesidades para la buena marcha de las Obras y el cumplimiento de los plazos.

El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

5.3.2 Obligaciones de los operarios.

El contratista empleará en los trabajos operarios de aptitud reconocida en las diversas ramas de la construcción, asegurándolos según la legislación vigente, considerando al contratista como patrono en los casos de aplicación de la misma.

También correrá por su cuenta el pago de las cantidades que corresponda por la aplicación de las disposiciones sobre las obras, seguro de enfermedad, pluses y todas las disposiciones de carácter oficial vigentes en el día de la fecha.

5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.

Correrán por cuenta del contratista de todos los jornales y materiales, la totalidad de los medios auxiliares empleados en la construcción industrial y el impuesto industrial.

5.3.4 Materiales.

Todos los materiales que se empleen en la obra serán de buena calidad y en todo caso, antes de la utilización de los mismos, merecerán la aprobación de la Dirección Técnica, que rechazará aquellos que no le satisfagan o no se ajusten a las condiciones en que debe realizarse la Obra. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del contratista.

5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.

El Propietario de la obra, de acuerdo con la Dirección Técnica, se reserva el derecho de aumentar o eliminar el número o clase de unidades que le convenga, sin que por ellos pueda reclamar el contratista, siempre que su importe no exceda del 25% del valor de la contrata.

El precio de las obras aumentadas o disminuidas se fijará de acuerdo con la Dirección Técnica. El mismo criterio se ajustará al posible aumento del plazo de ejecución en el caso de que sea menor de 30 días, en caso contrario se deberá contar con la aprobación del contratista.

5.3.6 Subcontratación de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra. La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección Técnica de la Obra, del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de la Obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la Obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista a ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

5.3.7 Seguro de incendios.

Queda obligado el contratista a asegurar las obras contra incendios, siendo el único responsable ante cualquier infortunio que pueda ocurrir. En caso de que ocurra algún siniestro, se volverán a contar las cantidades que se entreguen al contratista a partir de esta cifra en sucesivas liquidaciones parciales.

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras.

El contratista deberá dar comienzo a las Obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo, intervalo en el que se habrá firmado Acta de Replanteo, comenzando el plazo al día siguiente.

Las Obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el Contrato. No se considerará motivo de demora de las Obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales, ni los cambios por la Dirección Facultativa.

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras.

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las Obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del contrato, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del Contrato privado entre Propiedad y Contrata.

5.3.10 Cesión de traspaso.

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la Dirección de Obra, bastando su retirada de la obra, cualquiera que sean las causas que lo motiven, para la rescisión del contrato.

5.3.11 Atribuciones de la Dirección de Obra.

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las órdenes que de ella reciba. Podrá reconocer las obras siempre que lo estime necesario, por lo cual se le facilitará el libre acceso a todos los puntos de la misma.

5.3.12 Documentación complementaria.

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en las condiciones del concurso, bases de ejecución de las obras o en el contrato de escritura. Las condiciones de este pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

5.3.13 Liquidaciones parciales.

Los pagos de la obra se ejecutarán en virtud de las especificaciones exigidas por la Dirección Técnica, las cuales se presentarán por triplicado. El pago de las cuentas derivas de las liquidaciones parciales tendrán carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produjeran la liquidación y consiguiente cuenta final. Estas liquidaciones serán sin incluir los materiales acopiados, dejando un tanto por ciento de garantía para responder del cumplimiento del contrato, realizándolo mensualmente.

5.3.14 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y en el plazo de los 15 días siguientes a la petición del contratista, se reconocerán por la Dirección Técnica y, de hallarse ejecutadas de acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente, extendiéndose el acta correspondiente que suscribirá el contratista, el propietario y la Dirección Técnica.

El acta será firmada por la Dirección Técnica y por el representante del contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Trabajo correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no hallarse las obras realizadas según el contrato se hará constar así en acta y se dará al contratista las precisas y detalladas para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo se procederá de nuevo al reconocimiento de la obra de reparación y una vez

subsanaos los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

5.3.15 Plazo de garantía de las obras.

A partir de la fecha en que las obras se reciban provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de un (2) años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a construcción defectuosa o mala calidad de los materiales.

Para responder de esta obligación quedará retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo, no exime de las que se establecen en las Leyes Generales.

5.3.16 Recepción definitiva.

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerán de nuevo las obras y, de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente con las formalidades de la recepción provisional. Si en el reconocimiento se observasen defectos en la construcción (no están en condiciones de ser recibidas), el contratista ejecutará las que la Dirección Técnica considere necesarias, a fin de dejarlas con arreglo al contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptar el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en su ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la Dirección Técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

5.3.17 Libro de órdenes.

El Director Técnico llevará un "Libro de órdenes" en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al contratista. No obstante, el Director de la Obra podrá dar órdenes

verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A estos efectos existirá en las oficinas de las Obras, un Libro de órdenes en el que quedarán escritas, por parte de la Dirección Facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro citado, es tan obligatorio para la empresa instaladora como las que figuran en el Contrato.

5.3.18 Datos de la Obra.

Se entregará al contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Trabajo, así como cuantos datos necesite para la compleja ejecución de la Obra.

El contratista podrá tomar copia o sacar nota, a su costa, de todos los documentos del Trabajo, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director Técnico después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de 2 meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director Técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Trabajo, salvo aprobación previa y por escrito del Director Técnico.

5.3.19 Trabajos no previstos.

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar Obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se fijarán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación, los de las Obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el Director de Obra.

En caso de que las Obras no previstas sean por un valor superior al 20 % del

Presupuesto, la Contrata puede rechazar hacerlos.

5.3.20 Facilidades para la inspección.

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a talleres y fábricas donde se produzcan o realicen los trabajos para las obras.

5.3.21 Certificados y documentación.

Se aportará, para la tramitación de este trabajo ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- 1) Autorización administrativa.
- 2) Trabajo, suscrito por Técnico competente.
- 3) Certificado de tensiones de paso y contacto por parte de la empresa homologada.
- 4) Certificado de dirección de obra.
- 5) Contrato de mantenimiento.
- 6) Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades con el público.

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas ubicadas de las obra.

Será responsable el contratista, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

El contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director y

colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar de los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras.

También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Regulatorias de los Seguros Sociales y de Accidentes.

5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.

El contratista podrá reclamar, a sus expensas, pero dentro de las oficinas de Ingeniero Técnico Director, sacar copias de los documentos del trabajo, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Técnico, el cual autorizará con su firma las copias, si así conviniese al contratista.

5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.

Las obras del trabajo, además de lo prescrito en el presente Pliego de

Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- LOSEN (Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Español).
- Real Decreto 872/1982 sobre Tramitación de expedientes de solicitud de beneficios fiscales, financieros y económicos.
- Normativa de contratos de suministro de Energía Eléctrica.

5.3.25 Seguridad en el trabajo.

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado anterior de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material

conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente reconocida.

5.3.26 Seguridad pública.

El contratista tomará las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo suyas las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5.3.27 Rescisión del contrato.

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de las obras. Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la obra.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra, deduciendo de su valor

el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y perjuicios al propietario. La tasación la verificará el Ingenio Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la obra optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.

5.4.1 Objeto.

Este Pliego de Condiciones Técnicas determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las Obras de las instalaciones especificadas en el presente Trabajo.

5.4.2 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de las Obras a realizar en un complejo residencial que consta de un edificio con 2 sótanos y 7 plantas.

5.4.3 Condiciones generales.

5.4.3.1 Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente Obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.4.3.2 Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser adoptado por la Dirección de las Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.4.3.3 Materiales no consignados en el Trabajo.

Los materiales no consignados en Trabajo que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.

Todos los trabajos, incluidos en el presente Trabajo se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender Trabajos adicionales.

5.4.4 Normas.***5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales.***

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Trabajo. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas, como son:

- Normas UNE.
- Normas NTE.
- Normas DIN.
- Normas establecidas por el Ministerio de Industria y Energía.
- Normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al

empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la Obra, corriendo el Instalador Electricista con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Instalador Electricista pueda plantear reclamación alguna.

5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 kV, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.

El instalador electricista entregará un manual de instalaciones para el perfecto funcionamiento del cuadro general de distribución, así como de cada uno de los cuadros secundarios, en el que se especifique el uso de cada uno de los dispositivos que en dicho cuadro se han instalado.

Los propietarios de las instalaciones deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un Contrato, suscrito con persona física o jurídica competente, en el que estas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

5.4.5 Condiciones que deben cumplir las unidades de Obra.***5.4.5.1 Instalación de baja tensión.******5.4.5.1.1 Línea eléctrica de baja tensión.******5.4.5.1.1.1 Trazado.***

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible y, a poder ser, paralelo a referencias fijas como línea en fachada y bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Se deberán tener en cuenta los radios de curvatura mínimos para los conductores, a respetar en los cambios de dirección.

5.4.5.1.1.2 Apertura de zanjas.

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la compañía. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1 m colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la Obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los tubos y cables.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes. El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

5.4.5.1.1.3 Canalizaciones.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

5.4.5.1.1.4 Cable entubado.

Por lo general deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización por calzada, cruces de vías públicas, privadas o paso de carruajes.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el

peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo tubular de 2 m.

En los cruzamientos, los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95 %.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

5.4.5.2.1.5 Arquetas.

Deberá limitarse al máximo su uso, siendo necesaria una justificación de su inexcusable necesidad en el Trabajo.

Cuando se construyan arquetas, en los cambios de dirección, sus dimensiones serán las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar al máximo el rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

5.4.5.1.1.6 Paralelismos.

- **Baja tensión.**

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo

- **Cables de telecomunicaciones.**

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicaciones subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicaciones como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de baja tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicaciones o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

- **Agua, vapor, etc.**

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

- **Gas.**

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos, siendo las distancias mínimas de 0,20 m.

5.4.5.1.1.7 Cruzamientos con otros servicios.

- **Baja tensión.**

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una de las líneas mediante tubos incombustibles de adecuada resistencia.

- **Con cables de telecomunicaciones.**

En los cruzamientos con cables de telecomunicaciones, los cables de energía eléctrica se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada, a una distancia mínima de la canalización de telecomunicaciones de 20 cm. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo por la empresa de telecomunicaciones.

- **Agua, vapor, etc.**

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. Si no fuese posible conseguir esa distancia se instalará el cable de baja tensión en tubos de adecuada resistencia.

- **Gas.**

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 20 cm.

El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

5.4.5.1.1.8 Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU.0206 a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

5.4.5.1.1.9 Identificación.

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

5.4.5.1.1.10 Cierre de zanjas.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%, procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

5.4.5.1.1.11 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. En general, se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

5.4.5.1.1.12 Montajes diversos.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

5.4.5.1.1.13 Puesta a tierra.

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

5.4.5.1.1.14 Materiales.

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el Trabajo y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.4.5.1.1.15 Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas a tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. El Director de Obra contestará por

escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.4.5.1.2 Apertura de rozas.

Previamente a la apertura de las rozas las mismas deberán haber sido marcadas convenientemente, indicándose el número de tubos o anchura de las mismas, el trazado completo y la posición exacta de las cajas de derivación y de mecanismos. Para el marcado de las cajas se utilizará una plantilla apropiada, de forma que queden todas a la misma altura, en cada caso, y a la misma distancia de los marcos de las puertas, no se permitirán cajas desniveladas.

Las rozas se abrirán manualmente o con la ayuda de máquina procurando causar el mínimo desperfecto posible a los paramentos, y en ningún caso afectando a más de un tabique de los elementos cerámicos.

En las bovedillas, y cuando sea posible en los ladrillos, los tubos se introducirán por sus propios huecos, rompiéndose únicamente para la entrada y para la salida de los mismos. De ninguna manera se realizarán rozas o corte sobre los elementos estructurales o sobre las capas de compresión de los forjados. Cuando se prevea la necesidad de atravesar estructuras con canalizaciones se colocarán pasamuros adecuados, constituidos por tubos de acero de suficiente diámetro.

Una vez alojados los tubos y cajas en las rozas se recibirán con el mismo material a ser empleado en el enfoscado, para evitar que posteriormente aparezcan grietas, procurando fijarlos convenientemente. Especial atención se pondrá al recibido de las cajas, nivelándolas y aplomándolas teniendo en cuenta el espesor del revestimiento de paramento, para que luego queden enrasadas con él.

Cuando sea preciso pasar algún tubo por el suelo, se recibirá el mismo sobre la capa de compresión mediante un puente de mortero de cemento con altura tal que quede en el espesor de la capa nivelante del piso.

5.4.5.1.3 Conductores.

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el trabajo, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5mm². En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra.

Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallen en el trabajo. Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

5.4.5.1.4 Canalizaciones.

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m.
- El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3.
- Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífica.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
- Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños metálicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo, separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

También se deberán tener en cuenta las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar cubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1cm de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la Obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50cm como máximo, de suelos o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

5.4.5.1.5 Cajas de registro.

Las cajas de registro mantendrán el mismo grado de protección exigible a la canalización a que pertenezcan. Sus dimensiones serán las suficientes para permitir la conexión de los tubos que a ellas acometan y para realizar con orden y comodidad las conexiones necesarias. En general serán de dimensión mínima de 80mm de diámetro o de lado por 40mm de profundidad.

Se instalarán perfectamente niveladas y en lugares que no presenten problemas para su posterior manipulación. Su fijación a los paramentos se llevará a cabo de manera que no se modifique su grado de estanqueidad.

Las cajas destinadas a instalaciones empotradas serán de materiales aislantes autoextinguibles dotadas de tapas blancas lisas con cierre mediante tornillos. Vendrán semitroqueladas y serán resistentes a las deformaciones para evitar que se arqueen sus paredes al recibirlas.

Las cajas aislantes para montaje en superficie serán de PVC o material similar, con protección contra los efectos de la intemperie (principalmente de radiación ultravioleta) cuando vayan a ser instaladas en el exterior. En general mantendrán el mismo grado de protección global exigido a la canalización, con un mínimo IP-443.

Para mayores estanqueidades se hará uso de cajas ciegas, realizando el troquelado necesario, haciendo los empalmes mediante racores o prensaestopas adecuados.

En las canalizaciones de acero, las cajas a utilizar serán de dicho material o fundición de aluminio, en cualquier caso manteniendo el mismo grado de protección global exigible a la canalización a la que pertenecen. Estas cajas vendrán con salidas previamente roscadas o en su defecto serán ciegas para su troquelado en obra de acuerdo con las necesidades, para unión de los tubos mediante racores adecuados. En cualquier caso las cajas vendrán con tratamiento contra la corrosión, acorde con la agresividad de la atmósfera en la que vayan a estar situadas.

Las cajas para mecanismos serán las adecuadas a cada tipo de los mismos, manteniendo el grado de protección exigible a la canalización. Las destinadas a elementos empotrados serán preferiblemente cuadradas del tipo universal enlazables en sus cuatro caras, dotadas de tornillos inoxidables.

5.4.5.1.6 Bornas.

En los empalmes, conexiones, derivaciones y salidas de cuadros de protección de algún porte, se utilizarán bornas adecuadas a cada situación o finalidad.

Para conexiones en cajas de derivación y pequeñas secciones (hasta 10mm²) se utilizarán regletas de bornas de dos tornillos imperdibles ocultos en envoltorio aislante transparente de polietileno o similar, adecuadas a la sección de los conductores y previstas para un mínimo de 16 A.

Para el mismo caso si bien en secciones de 16mm² o superiores se hará uso de bornas de cabeza hendida o bornas clic, atornillándose las mismas en ambos casos al fondo de la caja.

Para las salidas de cuadros se hará uso de bornas tipo Viking multirail para una intensidad nominal mínima de 22 A. Otras conexiones especiales o de potencia se llevarán a efecto mediante bornas adecuadas a cada caso. En las conexiones de cobre con aluminio se hará uso siempre de bornas bimetálicas, con impregnación de pasta antioxidante.

5.4.5.1.7 Mecanismos.

Los interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, señalizadores, bien como las salidas de cables y otros elementos similares serán de la marca y modelo indicado en los presupuestos, siendo necesaria la autorización de la Dirección Técnica de Obra para proceder a su cambio.

Los elementos de accionamiento vendrán previstos como norma general, para una intensidad nominal de 10 A, llevando sistema de ruptura independiente de la acción del operador.

5.4.5.1.8 Cuadros y armarios.

Para el alojamiento de los elementos de protección y maniobra se hará uso de cuadros o armarios, optándose por unos u otros en función del grado de protección exigible a la instalación. Los mismos podrán ser aislantes o metálicos, siendo preferibles los primeros y dentro de ellos los de doble aislamiento, pero siempre de materiales autoextinguibles y con tratamiento adecuado al ambiente de instalación.

Cuando se trate de armarios metálicos serán de chapa de acero soldada eléctricamente, con tratamiento adecuado contra la corrosión mediante minios y pinturas epoxi, o similares, pudiendo ser de acero inoxidable.

En los cuadros, los aparatos de protección y maniobra se fijarán sobre carriles omega (DIN) sujetos al propio cuerpo, llevando un chasis protector para remate del conjunto y protección mediante puerta.

Los armarios contarán con placa de montaje, que podrá ser metálica o aislante, sobre la cual se dispondrán los carriles omega (DIN), los propios aparatos o los soportes de los mismos. El acceso a su interior se realizará por medio de una o varias puertas abisagradas que dejen al descubierto, prácticamente, la totalidad de la superficie interior.

En la puerta de los armarios podrán instalarse aparatos de medida o elementos de maniobra o señalización, pero siempre manteniendo el grado de protección exigible a la instalación.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados. Los cuadros y armarios se instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

5.4.5.1.9 Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos a instalar cumplirán con lo que se especifica en el trabajo en término de intensidad nominal, poder de corte, número de polos y curva de disparo. Salvo indicación en contrario serán magnetotérmicos, es decir con disparo magnético instantáneo para cortocircuito y disparo térmico de diferentes características para protección de sobrecargas.

Estos aparatos serán siempre de corte omnipolar, con rearme y ruptura brusca independiente de la acción del operador. Exteriormente, serán de materiales aislantes con sus bornes protegidos, equivalentes a un IP-2.

En casos especiales podrán utilizarse interruptores dotados únicamente de disparo magnético. En interruptores de intensidades nominales superiores a 80 A, el corte térmico podrá ser regulable.

En general, no se aceptará que en una misma instalación se coloquen interruptores de más de un fabricante.

5.4.5.1.10 Diferenciales.

Los diferenciales a utilizar en la instalación serán los que se especifican en el trabajo, refiriéndose su intensidad nominal, su sensibilidad, número de polos y retardo, en caso de que exista.

Cuando se trate de intensidades superiores a los 63 A, o cuando las circunstancias así lo aconsejen podrán utilizarse transformadores toroidales con relés incorporados o no, actuantes sobre otros interruptores (bloque diferencial tipo VIGI), pudiendo ser de acción instantánea o retardada; en este último caso, cuando se incluyan otros aparatos instantáneos aguas abajo.

En todos los casos los diferenciales llevarán pulsador para prueba de su funcionamiento.

En general no se aceptará en una misma instalación se coloque diferenciales de más de un fabricante.

5.4.5.1.11 Luminarias.

Dada la gran variedad de luminarias existentes en el mercado y considerando que los mismos modelos muy semejantes aparentemente pueden presentar considerables y fundamentales diferencias de funcionamiento, calidades y componentes, se opta por no aceptar cambios en tales aparatos a no ser con la aprobación expresa y por escrito de la Dirección Técnica de Obra.

En general las luminarias vendrán equipadas de origen con equipos para alto factor de potencia, cableado y portalámparas.

La posición física de las mismas obedecerá a la situación que se da en los planos o en los cálculos. No se permitirán luminarias mal alineadas o mal aplomadas u otras empotradas que dejen aparecer las partes que deberían quedar ocultas o mismo luminosidades por rendijas o similares.

5.4.5.1.12 Lámparas.

Las lámparas a utilizar en la instalación responderán a lo que se especifique en el trabajo, haciéndose especial hincapié tanto en lo que respecta a sus rendimientos lumínicos y de reproducción cromática, como a las potencias.

Dentro de ello podrán ser utilizadas lámparas de los fabricantes de reconocido prestigio y tradición, no aceptándose marcas de segunda línea.

Todas las lámparas, una vez instaladas se limpiarán con un paño limpio y seco para retirar las huellas que podría producir en ellas manchas indeseables y pérdidas en el rendimiento.

5.4.5.1.13 Equilibrio de fases.

En las instalaciones trifásicas en general y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación, el contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en situaciones especiales.

5.4.5.1.14 Resistencia de tierra.

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el trabajo deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

5.4.5.1.15 Calidad de la instalación.

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

5.4.5.2 Instalación en locales mojados.

5.4.5.2.1 Canalizaciones.

Las canalizaciones utilizadas en locales mojados serán estancas. Se utilizarán para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

5.4.5.2.1.1 Instalación de conductores y cables aislados en el interior de tubos.

Los conductores tendrán una tensión mínima asignada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.
- En superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán un grado de resistencia a la corrosión 4.

5.4.5.2.1.2 Instalación de cables aislados con cubierta en el interior de canales aislantes.

Los conductores tendrán una tensión aislada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie, y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

5.4.5.3 Aparamenta.

Los aparatos de mando y protección y tomas de corriente se instalarán fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

5.4.5.3.1 Dispositivos de protección.

Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

5.4.5.3.2 Aparatos móviles o portátiles.

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

5.4.5.3.3 Receptores de alumbrado.

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

5.4 DISPOSICIÓN FINAL.

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo trabajo incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES

6 .1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3
6.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	3
6.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
6.3.1 Conductores	4
6.3.2 Protecciones	7
6.3.2.1 Cuadros eléctricos	10
6.3.3 Fuerza.....	10
6.3.4 Alumbrado	11
6.4 SUMINISTRO DE AGUAS	11
6.5 EVACUACIÓN DE AGUAS	15
6.5.1 Saneamiento.....	15
6.5.2 Pluviales	19
6.6 ACS Y CALEFACCIÓN	21
6.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA	26

6.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Descripción	
Luminaria NT / 750 LEGRAND 61833+1SYL PL-11W/840S (4.80 V) o equivalente. Lámpara fluorescente de 11W, 750 lúmenes de flujo luminoso, autonomía 1h.	
Ud.	Medición
Ud.	75

Descripción	
Instalador electricista	
Ud.	Medición
h.	30

6.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

Descripción	
Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente instalado.	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
Suministro y colocación de extintor portátil de anhídrido carbónico (CO2) eficacia 89B, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente instalado.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, en poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación al paramento mediante elementos de anclaje	
Ud.	Medición
Ud.	20

Descripción	

Suministro y colocación de placa de señalización de salida de evacuación, en poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm.

Ud.	Medición
Ud.	10

Descripción

Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de chapa blanca, acabado con pintura epoxi y puerta con ventana; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.

Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción

Sistema de detección y alarma formado por central de detección automática de incendios para 2 zonas de detección, 33 detectores termovelocimétricos, 2 pulsadores de alarma, sirena interior.

Ud.	Medición
Ud.	10

Ud.	Descripción	Medición
h.	Peón ordinario de construcción	10

6.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.3.1 Conductores

Descripción

CABLE PIRELLI 1x1,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 1,5 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 1,5 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (1,5mm²) para la toma de tierra y el neutro, se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro, marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado sobre LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada

Ud.	Medición
m.	3505

Descripción

CABLE PIRELLI 1x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 2,5 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 2,5 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (2,5mm²) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada

Ud.	Medición
m.	1025

Descripción

CABLE PIRELLI 1x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 6 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (6mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	2042

Descripción

CABLE PIRELLI 1x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 10 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 10 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (10mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	542

Descripción

CABLE PIRELLI 1x16 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 16 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 16 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (16mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	754

Descripción

CABLE PIRELLI 1x25 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 25 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 25 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (25mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	286

Descripción

CABLE PIRELLI 1x25 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 50 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 50 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (50mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø63 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	25

Descripción

CABLE PIRELLI 1x70 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 70 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 70 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (70mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø160 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	17

Descripción

CABLE PIRELLI 1x1500 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 70 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 150 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (70mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø250 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición
m.	16

6.3.2 Protecciones

Descripción

Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 11, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 11, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Centralización de contadores digitales CAHORS o equivalente.

Suministro e instalación de centralización de contadores digitales CAHORS sobre paramento vertical, en cuarto de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 160 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 3 módulos; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 3 módulos; unidad funcional de medida formada por 26 módulos de contadores con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 3 módulos. Incluso cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería ni obra civil del cuarto de contadores.

Ud.	Medición
m	1

Descripción

Centralización de contadores digitales CAHORS o equivalente.

Suministro e instalación de centralización de contadores digitales CAHORS sobre paramento vertical, en cuarto de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 3 módulos; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 3 módulos; unidad funcional de medida formada por 2 módulos de contadores monofásicos y 2 módulo de contadores trifásicos para servicios generales y local comercial con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 3 módulos. Incluso cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería ni obra civil del cuarto de contadores.

Ud.	Medición
m	1

Descripción	
Red de tierra perimetral. Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 118,5 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 16 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
6 picas de tierra de cobre de 2 metros de longitud cada una que unen la red de tierras y proporcionan mayor resistencia	
Ud.	Medición
Ud	6

Descripción	
Suministro e instalación de red de equipotencialidad en cuarto de baño mediante conductor rígido de cobre de 4 mm ² de sección, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles mediante abrazaderas de latón. Totalmente montada, conexionada y probada.	
Ud.	Medición
Ud	33

6.3.2.1 Cuadros eléctricos

Cuadro general de distribución de viviendas		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	C60N "C" 2P 10A	6
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	2
Ud.	C60N "C" 2P 16A	9
Ud.	C60N "C" 2P 25A	3
Ud.	Protección para sobretensiones para iC60 N	1

Cuadro general de distribución local comercial		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	C60N "C" 2P 10A	7
Ud.	ID 25 Clase AC	5
Ud.	C60N "C" 2P 16A	4
Ud.	C60N "C" 4P 25A	5
Ud.	C60N "C" 4P 32A	2
Ud.	C60N "C" 4P 40A	1

Cuadro general de distribución SS.GG.		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	C60N "C" 2P 10A	6
Ud.	ID 2x25 Clase AC	11
Ud.	ID 4x25 Clase AC	6
Ud.	C60N "C" 2P 16A	11
Ud.	C60N "C" 4P 100A	1
Ud.	C60N "C" 4P 80A	1

6.3.3 Fuerza

Descripción	
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, dormitorio doble, dormitorio sencillo, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).	
Ud.	Medición
Ud.	10

Descripción	
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, dormitorio doble, 2 dormitorios sencillos, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: 2 C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, 2 dormitorios dobles, 3 dormitorios sencillos, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).	
Ud.	Medición
Ud.	3

6.3.4 Alumbrado

Descripción	
Ud. Detector de Infrarrojos pasivo con cobertura de 360º y con un alcance de 6,4 m de diámetro a 2,4 m. del suelo, contador de impulsos cuádruple elemento sensor, lente Fresnel o equivalente, protegido contra interferencias y alimentación de 12 Vcc, i/p.p. soporte, canalización y cableado 4x0,22 mm2 con funda y apantallado, totalmente instalado.	
Ud.	Medición
Ud.	12

Iluminación interior		
Ud.	Descripción	Medición
Ud.	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10	39
Ud.	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830	336
Ud.	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840	42
Ud.	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO	60
Ud.	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600	86

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª electricista	70
h.	Oficial 2ª electricista	80

6.4 SUMINISTRO DE AGUAS

Descripción
Suministro e instalación de acometida de agua potable realizada con tubería de alimentación, desde acometida a centralización, de polietileno de alta densidad de 125 mm. PN16, conectada a la red principal de abastecimiento con collarín de toma de fundición y racor rosca-macho de latón y llave de corte, incluso rotura y reposición de firme existente con una longitud estimada de 8 m hasta la centralización de contadores. Incluso formación de arqueta mediante tubo de PVC embebido en dado de hormigón y con tapa de fundición, p.p. de ayudas de albañilería. Según Norma UNE EN-12201 y normas de la compañía suministradora

Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
<p>Suministro e instalación de Centralización para 20 contadores de 40 mm., formada por batería de polipropileno de 75 mm. , conexiónada al ramal de acometida, soportes para la batería, juegos de bridas, llaves de corte para cada ascendente, colocación de manguitos electrolíticos, pintura y numeración, 9 contadores divisionarios homologados y grifos de purga, válvulas reductoras de presión hasta planta 2ª, instalado y verificado todo el conjunto, con prueba de carga para una presión de 10 atmósferas, y sin incluir la acometida. P.p. de ayudas de albañilería. Según Normativa vigente y normas de la compañía suministradora.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	20

Descripción	
<p>Tubería multicapa de 40x4 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>	
Ud.	Medición
m.	306

Descripción	
<p>Tubería multicapa de 32x3 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>	
Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
<p>Tubería multicapa de 25x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>	
Ud.	Medición
m.	170,9

Descripción	
<p>Tubería multicapa de 20x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>	

Ud.	Medición
m.	312,8

Descripción	
Instalación interior de fontanería para usos complementarios con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción	
Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	17

Descripción	
Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
Instalación de fontanería para un baño, dotado de lavabo sencillo, inodoro, ducha y bidé realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo doble, bañera, bidé, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Instalación de fontanería para un baño, dotado de lavabo sencillo, inodoro y ducha realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.	
Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
CODO 90 DN40,32,20,32 mm	
Ud.	Medición
Ud.	360

Descripción	
CODO 90 DN125mm	
Ud.	Medición
u.	2

Descripción	
CODO TERMINAL	
Ud.	Medición
u.	32

Descripción	
TE DN 20,25,32 mm	
Ud.	Medición
Ud.	138

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero	130
h.	Oficial 2ª fontanero	130

6.5 EVACUACIÓN DE AGUAS

6.5.1 Saneamiento

Descripción	
Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m ² , de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.	
Ud.	Medición
m.	5

Descripción	
Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, instalado, incluso con conexionado de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando. s/CTE-HS-5.	
Ud.	Medición
Ud.	7

Descripción	
Electrobombas Vigila ESA SS 1000M de 0,67 cv o equivalente, sumergible muy robusta fabricada en acero inoxidable para el drenaje, evacuación de aguas limpias, aguas de infiltración y vaciado de estanques, piscinas y depósitos y en instalaciones permanentes para evitar inundaciones de sótanos.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Depósito para enterrar 1000 litros de altura reducida FV, para la recogida y elevación de aguas de inundación por bombeo en los sótanos.	

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Arqueta sumidero de 60x60 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l ligeramente armada con mallado, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100) e incluso con cerco y rejilla plana desmontable de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluso excavación y relleno perimetral posterior.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=160 mm, e=5,5 mm, junta elástica.	
Ud.	Medición
m.	12

Descripción	
Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=125 mm, e=5,0 mm, junta elástica.	
Ud.	Medición
m.	68

Descripción	
Bajante insonorizada de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, de 125mm de diámetro, junta elástica.	
Ud.	Medición
m.	166

Descripción

Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo doble, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	6

Descripción	
Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	17

Descripción	
Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Red interior de evacuación para aseo con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	

Ud.	Medición
Ud.	15

Descripción	
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	11

Descripción	
Red interior de evacuación para usos complementarios con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	17

Descripción	
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, bidé realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Arqueta de paso 60x60</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabricadas en polipropileno con cargas, con alta resistencia mecánica y estabilizadas frente al choque térmico y a radiaciones solares. - Múltiples opciones de conexión, tanto en diámetros como en alturas. - Base con pendiente a 3 aguas para facilitar su vaciado. 	
Ud.	Medición
Ud.	1

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	70
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	70

6.5.2 Pluviales

Descripción	
Caldereta sifónica extensible de PVC, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos, de salida vertical, con rejilla de PVC y de 90 mm. de diámetro de salida, totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluso con p.p. de pequeño material de agarre y medios auxiliares, y sin incluir arqueta de apoyo.	
Ud.	Medición
Ud	8

Descripción	
Canalón trapecial de PVC, serie Omega "JIMTEN" o equivalente, de 114x60 mm.	
Ud.	Medición
m.	22

Descripción	
Canalón trapecial de PVC, serie Alfa, para encolar "JIMTEN" o equivalente, de 140x123 mm.	
Ud.	Medición
m.	41

Descripción	
Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=110 mm, e=5,0 mm, junta elástica.	
Ud.	Medición
m.	30

Descripción

Arqueta a pie de bajante, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 51x51x65 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.

Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción

Bajante insonorizada, realizada en polipropileno multicapa resistente a altas temperaturas, tipo POLOKAL NG o equivalente, según norma EN-1451, de 70 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe encolado, colocada con abrazaderas especiales de la misma marca, instalada, incluso p.p. de remate en cubierta en contratapa de escurrimiento con caperuza y cubrejuntas superpuesto, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás piezas especiales insonorizadas del mismo material y funcionando.

Ud.	Medición
m.	104

Descripción

Tubería de PVC de evacuación (UNE EN1453-1) serie B, de 50 mm. De diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-5

Ud.	Medición
m.	31

Descripción

Depósito para enterrar 10000 litros de altura reducida FV, para aprovechamiento de pluviales.

Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción

Bomba *ESA 12 07 de la marca ESPA* de 2 c.v. o equivalente, de potencia para el aprovechamiento de aguas pluviales en viviendas.

Ud.	Medición
Ud.	1

6.6 ACS Y CALEFACCIÓN

Descripción	
Paneles solares promasol 2.6 Blue o equivalente, para sistemas solares térmicos de vidrio solar templado y aislante de lana de vidrio. Tubería interna de 8mm, conectada a tubería de 22mm.	
Ud.	Medición
Ud.	24

Descripción	
Estructura/ soporte para 4 colectores horizontales promasun o equivalente.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Estructura/ soporte para 2 colectores horizontales promasun o equivalente.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Caldera de pellets Biacalora Multifuel Pellet 300 o equivalente de 250kW de poder calorífico, con etiqueta ecológica. Caldera totalmente automatizada con ventilador de tiro inducido y alimentación de combustible modulante. Para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Almacén de pellets textil modelo, Biacalora XL 7 o equivalente, estructura metálica con almacenamiento de 7,1 tn de pellets	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Acumulador de 3000 litros Merkasol o equivalente con 1 serpentín para la calefacción, fabricado en acero al carbono de gran espesor, con recubrimiento interior EPOXI-fenólico, incluye un Ánodo Electrónico y aislante de lana de roca de 50mm.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Acumulador de 5000 litros Merkasol o equivalente con 1 serpentín para la producción de ACS, fabricado en acero al carbono de gran espesor, con recubrimiento interior EPOXI-fenólico, incluye un Ánodo Electrónico y aislante de lana de roca de 50mm.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Sistema de bombeo para impulsión de agua solar. MQ GRUNDFOS.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Sistema de bombeo para impulsión de agua de calefacción. MQ GRUNDFOS.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Sistema de bombeo para circulación de agua de calefacción. ALPHA SOLAR 25 - 145 (Grundfos).	
Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción	
Vaso de expansión 40 litros SOLARVAREM	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Vaso de expansión 6 litros Direnova ERE 6 o equivalente para A.C.S.	
Ud.	Medición
Ud.	5

Descripción	
Vaso de expansión 50 litros Direnova ERE CE 50 o equivalente para calefacción.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tubería multicapa de 40x4 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería	
Ud.	Medición
m.	306

Descripción	
Tubería multicapa de 32x3 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería	
Ud.	Medición
m.	10

Descripción	
Tubería multicapa de 25x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería	
Ud.	Medición
m.	170,9

Descripción	
Tubería multicapa de 20x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería	
Ud.	Medición
m.	312,8

Descripción	
Valvulería	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Centralización de contadores para ACS.	

Contadores CMTW o equivalente mecánicos de chorro único DN 40 mm con totalizador encapsulado para agua caliente sanitaria. La esfera no entra en contacto con el agua que pasa a través del contador.

Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción

Centralización de contadores para calefacción.

Contadores por ultrasonido modelo KEGUS DN 32 o equivalente. Lectura en MWh.

Sensores de temperatura PT500. Puerto IrDa.

Interface M-Bus + 2 entradas de pulsos como estándar.

Aprobado según la Directiva 2004/22/CE CL. 2 – EN 1434.

Para aplicaciones de calefacción en retorno como estándar. Instalación horizontal o vertical

Ud.	Medición
Ud.	18

Descripción

Instalación de tubería de suelo radiante Uponor Comfort Pipe PLUS tubo en rollo o equivalente. Dimensiones de 20x1,9

Fabricada en polietileno reticulado (PEX-a) con 5 capas según método UAX TM y conforme a la normativa UNE-EN 1264. Cuenta con barrera antidifusión etilvinil-alcohol (EVAL), protegida a su vez por una capa adicional de PE modificado.

Es válida para instalaciones de suelo, pared, techo radiante y calefacción por radiadores

Ud.	Medición
m.	5951

Descripción

Instalación de tubería de suelo radiante Uponor Comfort Pipe PLUS tubo en rollo o equivalente. Dimensiones de 32x2.9

Fabricada en polietileno reticulado (PEX-a) con 5 capas según método UAX TM y conforme a la normativa UNE-EN 1264. Cuenta con barrera antidifusión etilvinil-alcohol (EVAL), protegida a su vez por una capa adicional de PE modificado.

Es válida para instalaciones de suelo, pared, techo radiante y calefacción por radiadores

Ud.	Medición
m.	360

Descripción	
<p>Panel de tetones fabricado en poliestireno expandido (EPS) con recubrimiento plastificado.</p> <p>Cumple con la normativa UNE-EN 1264 y con los requisitos de aislamientos térmicos y acústicos frente a ruido por impacto del CTE. Válido para tubería desde 16 mm hasta 20 mm.</p> <p>El recubrimiento plastificado fabricado en PE permite la unión entre paneles mediante doble machihembrado y un paso de tubería de 75 mm.</p>	
Ud.	Medición
m2	1925,94

Descripción	
<p>Panel de tetones fabricado en poliestireno expandido (EPS) con recubrimiento plastificado.</p> <p>Cumple con la normativa UNE-EN 1264 y con los requisitos de aislamientos térmicos y acústicos frente a ruido por impacto del CTE. Válido para tubería de 32 mm.</p> <p>El recubrimiento plastificado fabricado en PE permite la unión entre paneles mediante doble machihembrado y un paso de tubería de 75 mm.</p>	
Ud.	Medición
m2	150

Descripción	
<p>Colectores para la distribución de suelo radiante. Uponor Q&E colector fijo macho/hembra T-4x20mm o equivalente.</p>	
Ud.	Medición
Ud.	42

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	60
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	50
h.	Peón 1 especializado	40
h.	Peón 2 especializado	40

6.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Descripción	
Preliminares Incluye: Costes de ingeniería, planos de diseño, supervisión en campo, coordinación en obra, movilización de obra, manutención y estudio de viabilidad de perforación.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Perforación geotérmica vertical Perforación de pozo de barrena de 140mm de diámetro, incluso agotamiento de agua. Así como posterior relleno vibrado del mismo con arena fina mezclada con bentonita una vez introducido el tubo captador.	
Ud.	Medición
Ud.	680

Descripción	
Sonda geotérmica Sonda geotérmica modelo GEROtherm 40mm, o equivalente, de polietileno de alta densidad, de 170 metros con unión inferior en U soldada en fábrica mediante proceso certificado según VDI 4640, y codos necesarios para hacer el retorno dentro del propio pozo. Incluye instalación.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Contrapeso sonda geotérmica Suministro y colocación de lastre para la sonda geotérmica de diámetro 80 mm y un peso de 12,5 kg. Incluye instalación.	
Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Tubo y relleno de la perforación con arena Incluye el transporte.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tubo y relleno de la perforación bentonita Suministro y colocación de tubo de inyección de la marca ALB Gerotharm o equivalente de polietileno de alta densidad PE 100 de 25mm de diámetro y 2,3 de espesor y de 170m de longitud para posterior relleno del pozo con bentonita. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
Ud.	4

Descripción	
Distanciadores Ayuda para el montaje. Distancia aconsejada de montaje cada 5-10m.	
Ud.	Medición
Ud.	40

Descripción	
Unión en Y Uniones en Y para las tuberías de la instalación, diámetro 40mm y unión por termo fusión HS.	
Ud.	Medición
Ud.	40

Descripción	
Anticongelante glicol Suministro de anticongelante glicol para añadir al agua del circuito de captación de energía geotérmica, en una concentración del 25 %.	
Ud.	Medición
l.	300

Descripción	
Colector de impulsión Suministro y colocación de colector de impulsión de 97mm de diámetro, con 4 tomas de 40mm, llaves de corte generales y válvulas de equilibrado hidráulico/compensadoras con by-pass SD en cada ramal, termómetro con rango de -20 a +40°C, tomas para llenado-vaciado y purgador. Incluye instalación.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Colector de retorno Suministro y colocación de colector de retorno de 97mm de diámetro, con 4 tomas de 32mm, dotado de llaves de corte generales en cada ramal o derivación, termómetro con rango de -20 a +40°C, tomas para llenado-vaciado y purgador.	
Ud.	Medición
Ud.	2

Descripción	
Tubería Polietileno DN40 Tubería lisa de fácil colocación y de 40mm de diámetro y 3,7 de espesor, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la reducción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m.	99

Descripción	
Tubería Polietileno DN63 Tubería lisa de fácil colocación y de 63mm de diámetro y 5,8 de espesor, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la reducción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.	
Ud.	Medición
m.	68,3

Descripción	
Aislamiento térmico para A.C.S. Armaflex SH Coquillas o equivalente Aislamiento y protección de tuberías (calefacción, agua sanitaria caliente, espesor 40 mm.) y otras instalaciones de calefacción y fontanería para prevenir de forma óptima las pérdidas de temperatura y ahorrar energía, declarado según EN ISO 13787 Ensayos según DIN EN 12667 EN ISO 8497.	
Ud.	Medición
m.	100

Descripción	
Sonda de Temperatura RESOL, de Aclima o equivalente Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento.	

Ud.	Medición
Ud.	8

Descripción	
Bomba de calor geotérmica Airdiu Compact R-104A IST 160 o equivalente Equipo bomba de calor geotérmica de 40,7kW para producción de agua fría y agua caliente en climatización, con opcional para producir agua caliente sanitaria (A.C.S.) y para la piscina. Aplicable a instalaciones con fancoils, suelo radiante y radiadores de baja temperatura.	
Ud.	Medición
Ud.	1

Descripción	
Caudalímetro RESOL DeltaSol BX o equivalente Con 25 sistemas básicos + 5 sondas Pt 1000 + ranura SD. Entradas: 5 sondas Pt1000, 1 ranura SD, 2 sensores Grunfos Direct y caudalímetro. Salidas: 4 relés (2 semicond.+2 electromec.) y 2 salidas PWM. Funciones: Comunicación VBus, contador energía, contador de horas, termostato diferencial con módulos activables	
Ud.	Medición
Ud.	1

Ud.	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª Instalador	80
h.	Oficial 2ª Instalador	80



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

7.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	3
7.2 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS	3
7.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	4
7.3.1 Conductores	4
7.3.2 Protecciones	7
7.3.2.1 Cuadros eléctricos	10
7.3.3 Fuerza.....	10
7.3.4 Alumbrado	11
7.4 SUMINISTRO DE AGUAS	12
7.5 EVACUACIÓN DE AGUAS	15
7.5.1 Saneamiento.....	15
7.5.2 Pluviales	19
7.6 ACS Y CALEFACCIÓN	21
7.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA	26
7.8 RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO PARA LA VIVIENDA.....	30

7.1 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Descripción			
Luminaria NT / 750 LEGRAND 61833+1SYL PL-11W/840S (4.80 V) o equivalente. Lámpara fluorescente de 11W, 750 lúmenes de flujo luminoso, autonomía 1h.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	75	189,67 €	14225,25 €

Descripción			
Instalador electricista			
Ud.	Medición	Precio	Importe
h.	30	15,86 €	475,8 €

Total importe alumbrado de emergencia			14.701,05€
--	--	--	-------------------

7.2 INSTALACIÓN CONTRAINCENDIOS

Descripción			
Suministro y colocación de extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-113B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	42,04 €	630,6€

Descripción			
Suministro y colocación de extintor portátil de anhídrido carbónico (CO2) eficacia 89B, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje. Totalmente instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	75,85 €	303,4€

Descripción			
Suministro y colocación de placa de señalización de equipos contra incendios, en poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluye: Replanteo. Colocación y fijación al paramento mediante elementos de anclaje			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	20	6,12 €	122,40€

Descripción			
Suministro y colocación de placa de señalización de salida de evacuación, en poliestireno fotoluminiscente, de 420x420 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	9,72 €	97,2 €

Descripción			
Boca de incendio equipada (BIE) de 25 mm (1") de superficie, compuesta de: armario de chapa blanca, acabado con pintura epoxi y puerta con ventana; devanadera metálica giratoria fija; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos y válvula de cierre, colocada en paramento.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	301,29 €	602,58 €

Descripción			
Sistema de detección y alarma formado por central de detección automática de incendios para 2 zonas de detección, 33 detectores termovelocimétricos, 2 pulsadores de alarma, sirena interior.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	38,78 €	387,8 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Peón ordinario de construcción	10	11,50 €	115 €

Total importe instalación contraincendios			2258,98€
--	--	--	-----------------

7.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7.3.1 Conductores

Descripción			
CABLE PIRELLI 1x1,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)			
Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 1,5 mm2.			
Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 1,5 mm ² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (1,5mm ²) para la toma de tierra y el neutro, se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro, marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado sobre LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.			
Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	3505	1,22 €	4276,1€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x2,5 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 2,5 mm2.</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 2,5 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (2,5mm2) para la toma de tierra y el neutro, Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro, marrón , gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	1025	1,75 €	1793,75€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x6 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 6 mm2.</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 6 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (6mm2) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	2042	2,08 €	4247,36€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x10 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 10 mm2.</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 10 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (10mm2) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizaran los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra),, empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	542	3,15 €	1707,3€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x16 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 16 mm².</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 16 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (16mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	754	5,71 €	4305,34€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x25 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 25 mm².</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 25 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (25mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø40 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	286	8,59 €	2456,74€

Descripción			
<p>CABLE PIRELLI 1x25 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)</p> <p>Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 50 mm².</p> <p>Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 50 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (50mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø63 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.</p> <p>Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	25	11,69 €	292,25€

Descripción

CABLE PIRELLI 1x70 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 70 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 70 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (70mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø160 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	17	17,99 €	305,83€

Descripción

CABLE PIRELLI 1x150 AFUMEX 1000V IRIS TECH (AS)

Cable tipo Afumex iris tech 1000 V (AS+). Marca Prysmian (o equivalente). Sección 70 mm².

Cable de cobre aislamiento 1000 V, formado por tres conductores de 150 mm² de sección nominal para las fases y otros dos de la misma sección nominal (70mm²) para la toma de tierra y el neutro. Se utilizarán los colores adecuados según la normativa en vigor (azul negro marrón, gris y tierra), empotrado y aislado con tubo de PVC RÍGIDO grapado SOBRE LADRILLO de Ø250 mm, incluye fijaciones y elementos de conexión, construido según R.B.T.

Medida la unidad ejecutada desde el cuadro de protección hasta la caja de registro de la habitación suministrada.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	16	26,24 €	419,84€

7.3.2 Protecciones

Descripción

Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 11, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	387,4€	387,4€

Descripción

Suministro e instalación en el interior de hornacina mural de caja general de protección, equipada con bornes de conexión bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 11, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, grado de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102, que se cerrará con puerta metálica con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, protegida de la corrosión y con cerradura o candado. Normalizada por la empresa suministradora y preparada para acometida subterránea. Incluso elementos de fijación y conexión con la conducción enterrada de puesta a tierra. Totalmente montada, conexionada y probada.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	411,7€	411,7€

Descripción

Centralización de contadores digitales CAHORS o equivalente.

Suministro e instalación de centralización de contadores digitales CAHORS sobre paramento vertical, en cuarto de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 160 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 3 módulos; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 3 módulos; unidad funcional de medida formada por 26 módulos de contadores con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 3 módulos. Incluso cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería ni obra civil del cuarto de contadores.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m	1	2300 €	2300 €

Descripción

Centralización de contadores digitales CAHORS o equivalente.

Suministro e instalación de centralización de contadores digitales CAHORS sobre paramento vertical, en cuarto de contadores, compuesta por: unidad funcional de interruptor general de maniobra de 250 A; unidad funcional de embarrado general de la concentración formada por 3 módulos; unidad funcional de fusibles de seguridad formada por 3 módulos; unidad funcional de medida formada por 2 módulos de contadores monofásicos y 2 módulo de contadores trifásicos para servicios generales y local comercial con seccionamiento; unidad funcional de mando que contiene los dispositivos de mando para el cambio de tarifa de cada suministro; unidad funcional de embarrado de protección, bornes de salida y conexión a tierra formada por 3 módulos. Incluso cableado y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. Totalmente montada, conexionada y probada, sin incluir ayudas de albañilería ni obra civil del cuarto de contadores.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m	1	1222 €	1222 €

Descripción			
<p>Red de tierra perimetral.</p> <p>Suministro e instalación de red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio compuesta por 118,5 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm, 16 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares de hormigón a conectar. Incluso placas acodadas de 3 mm de espesor, soldadas en taller a las armaduras de los pilares, soldaduras aluminotérmicas, registro de comprobación y puente de prueba. Totalmente montada, conexionada y probada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	781,17 €	781,17€

Descripción			
<p>6 picas de tierra de cobre de 2 metros de longitud cada una que unen la red de tierras y proporcionan mayor resistencia</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	6	9,08 €	54,48€

Descripción			
<p>Suministro e instalación de red de equipotencialidad en cuarto de baño mediante conductor rígido de cobre de 4 mm² de sección, conectando a tierra todas las canalizaciones metálicas existentes y todos los elementos conductores que resulten accesibles mediante abrazaderas de latón. Totalmente montada, conexionada y probada.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	33	34,25 €	1130,25€

7.3.2.1 Cuadros eléctricos

Cuadro general de distribución de viviendas				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	C60N "C" 2P 10A	6	32,66 €	195,96€
Ud.	ID 2/40/30 Clase AC	2	65,11 €	130,22 €
Ud.	C60N "C" 2P 16A	9	33,25 €	299,25€
Ud.	C60N "C" 2P 25A	3	34,92 €	104,76€
Ud.	Protección para sobretensiones para iC60 N	1	55,08 €	55,08 €
Total				745,27€

Cuadro general de distribución local comercial				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	C60N "C" 2P 10A	7	32,66 €	228,62€
Ud.	ID 25 Clase AC	5	95,74 €	478,70 €
Ud.	C60N "C" 2P 16A	4	33,25 €	133,00 €
Ud.	C60N "C" 4P 25A	5	74,99 €	374,95 €
Ud.	C60N "C" 4P 32A	2	37,02 €	74,04€
Ud.	C60N "C" 4P 40A	1	78,2 €	78,2 €
Total				136,51

Cuadro general de distribución SS.GG.				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	C60N "C" 2P 10A	6	32,66 €	195,96 €
Ud.	ID 2x25 Clase AC	11	95,74 €	1053,14€
Ud.	ID 4x25 Clase AC	6	173,25€	1039,5 €
Ud.	C60N "C" 2P 16A	11	33,25 €	365,75€
Ud.	C60N "C" 4P 100A	1	101,1 €	101,1 €
Ud.	C60N "C" 4P 80A	1	88,4 €	88,4 €
Total				2843,85

7.3.3 Fuerza

Descripción			
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, dormitorio doble, dormitorio sencillo, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	2453,22 €	24532,20€

Descripción
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, dormitorio doble, 2 dormitorios sencillos, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: 2 C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	2999,93 €	2999,93€

Descripción			
Red eléctrica de distribución interior de una vivienda de edificio plurifamiliar con electrificación elevada, con las siguientes estancias: vestíbulo, pasillo, comedor, 2 dormitorios dobles, 3 dormitorios sencillos, 2 baños, cocina, galería, compuesta de: cuadro general de mando y protección; circuitos interiores con cableado bajo tubo protector de PVC flexible: C1, 2 C2, C3, 3 C4, 2 C5, 2 C7, C10; mecanismos gama media (tecla: blanco; embellecedor: blanco; marco: blanco).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	3878,53 €	11035,59€

7.3.4 Alumbrado

Descripción			
Ud. Detector de Infrarrojos pasivo con cobertura de 360º y con un alcance de 6,4 m de diámetro a 2,4 m. del suelo, contador de impulsos cuádruple elemento sensor, lente Fresnel o equivalente, protegido contra interferencias y alimentación de 12 Vcc, i/p.p. soporte, canalización y cableado 4x0,22 mm2 con funda y apantallado, totalmente instalado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	90,02 €	1080,24€

Iluminación interior				
Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	PHILIPS RC300B L600 1xLED10S/840 P10	39	105 €	4095 €
Ud.	PHILIPS DN450B 1xDLM2000/830	336	165 €	55440 €
Ud.	PHILIPS DN125B D187 1xLED10S/840	42	59 €	2478 €
Ud.	PHILIPS BBS560 1xLED35S/840 AC-MLO	60	817 €	49020 €
Ud.	PHILIPS WT120C 1xLED18S/840 L600	86	107 €	9202 €
Total				120235 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª electricista	70	17,72 €	1240,4 €
h.	Oficial 2ª electricista	80	15,86 €	1268,8 €

Total importe instalación eléctricas	192154,82 €
---	--------------------

7.4 SUMINISTRO DE AGUAS

Descripción			
<p>Suministro e instalación de acometida de agua potable realizada con tubería de alimentación, desde acometida a centralización, de polietileno de alta densidad de 125 mm. PN16, conectada a la red principal de abastecimiento con collarín de toma de fundición y racor rosca-macho de latón y llave de corte, incluso rotura y reposición de firme existente con una longitud estimada de 8 m hasta la centralización de contadores. Incluso formación de arqueta mediante tubo de PVC embebido en dado de hormigón y con tapa de fundición, p.p. de ayudas de albañilería. Según Norma UNE EN-12201 y normas de la compañía suministradora</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	81,80 €	810,8€

Descripción			
<p>Suministro e instalación de Centralización para 20 contadores de 40 mm., formada por batería de polipropileno de 75 mm. , conexiónada al ramal de acometida, soportes para la batería, juegos de bridas, llaves de corte para cada ascendente, colocación de manguitos electrolíticos, pintura y numeración, 9 contadores divisionarios homologados y grifos de purga, válvulas reductoras de presión hasta planta 2ª, instalado y verificado todo el conjunto, con prueba de carga para una presión de 10 atmósferas, y sin incluir la acometida. P.p. de ayudas de albañilería. Según Normativa vigente y normas de la compañía suministradora.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	20	212 €	4240€

Descripción			
<p>Tubería multicapa de 40x4 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	306	2,73 €	835,8€

Descripción			
<p>Tubería multicapa de 32x3 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	2,46 €	24,6€

Descripción			
<p>Tubería multicapa de 25x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás</p>			

accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	170,9	1,13 €	193,12€

Descripción

Tubería multicapa de 20x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua fría, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	312,8	0,92 €	287,78€

Descripción

Instalación interior de fontanería para usos complementarios con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	52,14 €	938,52€

Descripción

Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	82,14 €	1396,38€

Descripción

Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	98,14 €	98,14€

Descripción

Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.

Ud.	Medición	Precio	Importe
-----	----------	--------	---------

Ud.	11	79,81 €	478,86€
-----	----	---------	---------

Descripción			
Instalación de fontanería para un baño, dotado de lavabo sencillo, inodoro, ducha y bidé realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	63,88 €	63,88€

Descripción			
Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo doble, bañera, bidé, realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	93,6 €	93,6€

Descripción			
Instalación de fontanería para un baño, dotado de lavabo sencillo, inodoro y ducha realizada con polietileno reticulado (PEX), para la red de agua fría y caliente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	59,88 €	898,2€

Descripción			
CODO 90 DN40,32,20,32 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	360	0,83 €	298,8 €

Descripción			
CODO 90 DN125mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	2	5,91 €	11,82 €

Descripción			
CODO TERMINAL			
Ud.	Medición	Precio	Importe
u.	32	6,39 €	204,48 €

Descripción			
-------------	--	--	--

TE DN 20,25,32 mm			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	138	0,84 €	115,92 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero	130	17,72 €	2303,6 €
h.	Oficial 2ª fontanero	130	15,86 €	2061,8 €

Total importe fontanería	15355,56€
---------------------------------	------------------

7.5 EVACUACIÓN DE AGUAS

7.5.1 Saneamiento

Descripción			
Acometida general de saneamiento a la red general del municipio, de PVC liso, serie SN-4, rigidez anular nominal 4 kN/m², de 200 mm de diámetro, pegado mediante adhesivo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	5	101,28 €	506,40€

Descripción			
Conexión de la acometida del edificio a la red general de saneamiento del municipio.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	132,14	132,14€

Descripción			
Suministro y colocación de bote sifónico de PVC, de 110 mm. de diámetro, colocado en el grueso del forjado, con cuatro entradas de 40 mm., y una salida de 50 mm., y con tapa de rejilla de PVC, para que sirva a la vez de sumidero, con sistema de cierre por lengüeta de caucho a presión, instalado, incluso con conexionado de las canalizaciones que acometen y colocación del ramal de salida hasta el manguetón del inodoro, con tubería de PVC de 50 mm. de diámetro, funcionando. s/CTE-HS-5.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	22,89 €	160,23€

Descripción

Electrobombas Vigila ESA SS 1000M de 0,67 cv o equivalente, sumergible muy robusta fabricada en acero inoxidable para el drenaje, evacuación de aguas limpias, aguas de infiltración y vaciado de estanques, piscinas y depósitos y en instalaciones permanentes para evitar inundaciones de sótanos.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	156,60 €	156.60€

Descripción

Depósito para enterrar 1000 litros de altura reducida FV, para la recogida y elevación de aguas de inundación por bombeo en los sótanos.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2050 €	2050 €

Descripción

Arqueta sumidero de 60x60 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/l ligeramente armada con mallado, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100) e incluso con cerco y rejilla plana desmontable de fundición, terminada y con p.p. de medios auxiliares, incluso excavación y relleno perimetral posterior.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	40,31 €	80,62€

Descripción

Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=160 mm, e=5,5 mm, junta elástica.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	12	80,23 €	962,76€

Descripción

Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=125 mm, e=5,0 mm, junta elástica.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	68	66,99 €	4555,32€

Descripción			
Bajante insonorizada de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, de 125mm de diámetro, junta elástica.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	166	59,99 €	9958,34€

Descripción			
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo doble, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	459,07 €	459,07€

Descripción			
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, bidé, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	381,59 €	2289,54€

Descripción			
Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	132,81 €	2257,77€

Descripción			
Red interior de evacuación para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	218,25 €	218,25€

Descripción			
Red interior de evacuación para aseo con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	331,22 €	4968,30€

Descripción			
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, bañera, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	317,68€	3494,48€

Descripción			
Red interior de evacuación para usos complementarios con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	132,81€	2257,77€

Descripción			
Red interior de evacuación para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, bidé realizada con tubo de PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente para la red de desagües.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	395,15€	395,15€

Descripción			
-------------	--	--	--

Arqueta de paso 60x60

- Fabricadas en polipropileno con cargas, con alta resistencia mecánica y estabilizadas frente al choque térmico y a radiaciones solares.
- Múltiples opciones de conexión, tanto en diámetros como en alturas.
- Base con pendiente a 3 aguas para facilitar su vaciado.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	39,87 €	39,87€

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	70	17,51 €	1225,7€
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	70	13,42 €	939,4€
Total importe mano de obra				2165,1€

Total importe saneamiento	37107,71€
----------------------------------	------------------

7.5.2 Pluviales

Descripción			
Caldereta sifónica extensible de PVC, para recogida de aguas pluviales o de locales húmedos, de salida vertical, con rejilla de PVC y de 90 mm. de diámetro de salida, totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluso con p.p. de pequeño material de agarre y medios auxiliares, y sin incluir arqueta de apoyo.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud	8	33,59 €	268,72 €

Descripción			
Canalón trapecial de PVC, serie Omega "JIMTEN" o equivalente, de 114x60 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	22	16,24 €	357,28 €

Descripción			
Canalón trapecial de PVC, serie Alfa, para encolar "JIMTEN" o equivalente, de 140x123 mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	41	22,06 €	904,46 €

Descripción			
Colector suspendido insonorizado, PVC con carga mineral Phonoline de "JIMTEN" o equivalente, D=110 mm, e=5,0 mm, junta elástica.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	30	48,75 €	1462,5 €

Descripción			
Arqueta a pie de bajante, de obra de fábrica, registrable, de dimensiones interiores 51x51x65 cm, con tapa prefabricada de hormigón armado.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	124,70 €	249,4€

Descripción			
Bajante insonorizada, realizada en polipropileno multicapa resistente a altas temperaturas, tipo POLOKAL NG o equivalente, según norma EN-1451, de 70 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe encolado, colocada con abrazaderas especiales de la misma marca, instalada, incluso p.p. de remate en cubierta en contratapa de escurrimiento con caperuza y cubrejuntas superpuesto, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás piezas especiales insonorizadas del mismo material y funcionando.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	104	8,94 €	929,76€

Descripción			
Tubería de PVC de evacuación (UNE EN1453-1) serie B, de 50 mm. De diámetro, colocada en instalaciones interiores de desagüe, para baños y cocinas, con p.p. de piezas especiales de PVC y con unión pegada, instalada y funcionando. s/CTE-HS-5			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	31	4,82€	149,42€

Descripción			
Depósito para enterrar 10000 litros de altura reducida FV, para aprovechamiento de pluviales.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3450 €	3450 €

Descripción			
Bomba <i>ESA 12 07 de la marca ESPA</i> de 2 c.v. o equivalente, de potencia para el aprovechamiento de aguas pluviales en viviendas.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	120 €	120€

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	48	17,51 €	840,48€
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	48	13,42 €	644,16€
Total importe mano de obra				1484,64€

Total importe pluviales	9376,18€
--------------------------------	-----------------

Total evacuación de aguas	46483,89€
----------------------------------	------------------

7.6 ACS Y CALEFACCIÓN

Descripción			
Paneles solares promasol 2.6 Blue o equivalente, para sistemas solares térmicos de vidrio solar templado y aislante de lana de vidrio. Tubería interna de 8mm, conectada a tubería de 22mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	530 €	12720 €

Descripción			
Estructura/ soporte para 4 colectores horizontales promasun o equivalente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	248 €	992 €

Descripción			
Estructura/ soporte para 2 colectores horizontales promasun o equivalente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	134 €	268 €

Descripción			
Caldera de pellets Biacalora Multifuel Pellet 300 o equivalente de 250kW de poder calorífico, con etiqueta ecológica. Caldera totalmente automatizada con ventilador de tiro inducido y alimentación de combustible modulante. Para combustión de pellet de madera de 6 mm normalizados según EN 14961-2 A1 / EN Plus / DIN Plus.			

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	15254 €	17254 €

Descripción			
Almacén de pellets textil modelo, Biacalora XL 7 o equivalente, estructura metálica con almacenamiento de 7,1 tn de pellets			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	2030€	4060 €

Descripción			
Acumulador de 3000 litros Merkasol o equivalente con 1 serpentín para la calefacción, fabricado en acero al carbono de gran espesor, con recubrimiento interior EPOXI-fenólico, incluye un Ánodo Electrónico y aislante de lana de roca de 50mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2461,48 €	2461,48 €

Descripción			
Acumulador de 5000 litros Merkasol o equivalente con 1 serpentín para la producción de ACS, fabricado en acero al carbono de gran espesor, con recubrimiento interior EPOXI-fenólico, incluye un Ánodo Electrónico y aislante de lana de roca de 50mm.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3646,7 €	3646,7 €

Descripción			
Sistema de bombeo para impulsión de agua solar. MQ GRUNDFOS.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	628€	1256 €

Descripción			
Sistema de bombeo para impulsión de agua de calefacción. MQ GRUNDFOS.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	628€	1256 €

Descripción			
Sistema de bombeo para circulación de agua de calefacción. ALPHA SOLAR 25 - 145 (Grundfos).			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	528€	9504 €

Descripción			
-------------	--	--	--

Vaso de expansión 40 litros SOLARVAREM			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	84,68 €	84,68 €

Descripción			
Vaso de expansión 6 litros Direnova ERE 6 o equivalente para A.C.S.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	28,10 €	140,5 €

Descripción			
Vaso de expansión 50 litros Direnova ERE CE 50 o equivalente para calefacción.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	88,7 €	88,7 €

Descripción			
Tubería multicapa de 40x4 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	306	2,73 €	835,8€

Descripción			
Tubería multicapa de 32x3 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	10	2,46 €	24,6€

Descripción			
Tubería multicapa de 25x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	170,9	1,13 €	193,12€

Descripción			
-------------	--	--	--

Tubería multicapa de 20x2,5 mm de diámetro nominal, UNE EN ISO 15874, para agua caliente, con p.p. de piezas pasamuros, collarines con banda intumescente entre sectores de incendio y demás accesorios, totalmente instalada y funcionando, incluso elementos de fijación, según normativa vigente y con p.p. Albañilería

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	312,8	0,92 €	287,78€

Descripción

Valvulería

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	500 €	500 €

Descripción

Centralización de contadores para ACS.

Contadores CMTW o equivalente mecánicos de chorro único DN 40 mm con totalizador encapsulado para agua caliente sanitaria. La esfera no entra en contacto con el agua que pasa a través del contador.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	245,40	4417,2€

Descripción

Centralización de contadores para calefacción.

Contadores por ultrasonido modelo KEGUS DN 32 o equivalente. Lectura en MWh.
Sensores de temperatura PT500. Puerto IrDa.
Interface M-Bus + 2 entradas de pulsos como estándar.
Aprobado según la Directiva 2004/22/CE CL. 2 – EN 1434.
Para aplicaciones de calefacción en retorno como estándar. Instalación horizontal o vertical

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	18	1016,50€	18297 €

Descripción

Instalación de tubería de suelo radiante Uponor Comfort Pipe PLUS tubo en rollo o equivalente. Dimensiones de 20x1,9

Fabricada en polietileno reticulado (PEX-a) con 5 capas según método UAX TM y conforme a la normativa UNE-EN 1264. Cuenta con barrera antidifusión etilvinil-alcohol (EVAL), protegida a su vez por una capa adicional de PE modificado.

Es válida para instalaciones de suelo, pared, techo radiante y calefacción por radiadores

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	5951	2,61€	15532,11 €

Descripción			
<p>Instalación de tubería de suelo radiante Uponor Comfort Pipe PLUS tubo en rollo o equivalente. Dimensiones de 32x2.9</p> <p>Fabricada en polietileno reticulado (PEX-a) con 5 capas según método UAX TM y conforme a la normativa UNE-EN 1264. Cuenta con barrera antidifusión etilvinil-alcohol (EVAL), protegida a su vez por una capa adicional de PE modificado.</p> <p>Es válida para instalaciones de suelo, pared, techo radiante y calefacción por radiadores</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	360	2,81€	1011,6 €

Descripción			
<p>Panel de tetones fabricado en poliestireno expandido (EPS) con recubrimiento plastificado.</p> <p>Cumple con la normativa UNE-EN 1264 y con los requisitos de aislamientos térmicos y acústicos frente a ruido por impacto del CTE. Válido para tubería desde 16 mm hasta 20 mm.</p> <p>El recubrimiento plastificado fabricado en PE permite la unión entre paneles mediante doble machihembrado y un paso de tubería de 75 mm.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m2	1925,94	13 €	25037,22 €

Descripción			
<p>Panel de tetones fabricado en poliestireno expandido (EPS) con recubrimiento plastificado.</p> <p>Cumple con la normativa UNE-EN 1264 y con los requisitos de aislamientos térmicos y acústicos frente a ruido por impacto del CTE. Válido para tubería de 32 mm.</p> <p>El recubrimiento plastificado fabricado en PE permite la unión entre paneles mediante doble machihembrado y un paso de tubería de 75 mm.</p>			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m2	150	15 €	2250 €

Descripción			
Colectores para la distribución de suelo radiante. Uponor Q&E colector fijo macho/hembra T-4x20mm o equivalente.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	42	33,57 €	1409,94 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª fontanero calefactor	60	17,51 €	1050,6 €
h.	Oficial 2ª fontanero calefactor	50	13,42 €	671 €
h.	Peón 1 especializado	40	16,50 €	660 €
h.	Peón 2 especializado	40	16,50 €	660 €
Total importe mano de obra				3041,6 €

Total importe ACS y Calefacción	125314,03 €
---------------------------------	-------------

7.7 INSTALACIÓN GEOTÉRMICA

Descripción			
Preliminares Incluye: Costes de ingeniería, planos de diseño, supervisión en campo, coordinación en obra, movilización de obra, manutención y estudio de viabilidad de perforación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2400 €	2400 €

Descripción			
Perforación geotérmica vertical Perforación de pozo de barrena de 140mm de diámetro, incluso agotamiento de agua. Así como posterior relleno vibrado del mismo con arena fina mezclada con bentonita una vez introducido el tubo captador.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	680	35 €	23800 €

Descripción			
Sonda geotérmica Sonda geotérmica modelo GEROtherm 40mm, o equivalente, de polietileno de alta densidad, de 170 metros con unión inferior en U soldada en fábrica mediante proceso certificado según VDI 4640, y codos necesarios para hacer el retorno dentro del propio pozo. Incluye instalación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	1088 €	4352 €

Descripción			
Contrapeso sonda geotérmica Suministro y colocación de lastre para la sonda geotérmica de diámetro 80 mm y un peso de 12,5 kg. Incluye instalación.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	49,8 €	398,4 €

Descripción			
Tubo y relleno de la perforación con arena Incluye el transporte.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	120 €	120 €

Descripción			
Tubo y relleno de la perforación bentonita Suministro y colocación de tubo de inyección de la marca ALB Gerotharm o equivalente de polietileno de alta densidad PE 100 de 25mm de diámetro y 2,3 de espesor y de 170m de longitud para posterior relleno del pozo con bentonita. Instalación incluida.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	240,8 €	963,2 €

Descripción			
Distanciadores Ayuda para el montaje. Distancia aconsejada de montaje cada 5-10m.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	40	6,4 €	256 €

Descripción			
Unión en Y Uniones en Y para las tuberías de la instalación, diámetro 40mm y unión por termo fusión HS.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	40	11,69 €	467,6 €

Descripción			
Anticongelante glicol			

Suministro de anticongelante glicol para añadir al agua del circuito de captación de energía geotérmica, en una concentración del 25 %.

Ud.	Medición	Precio	Importe
l.	300	1,45 €	435 €

Descripción

Colector de impulsión

Suministro y colocación de colector de impulsión de 97mm de diámetro, con 4 tomas de 40mm, llaves de corte generales y válvulas de equilibrado hidráulico/compensadoras con by-pass SD en cada ramal, termómetro con rango de -20 a +40°C, tomas para llenado-vaciado y purgador. Incluye instalación.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	399 €	798 €

Descripción

Colector de retorno

Suministro y colocación de colector de retorno de 97mm de diámetro, con 4 tomas de 32mm, dotado de llaves de corte generales en cada ramal o derivación, termómetro con rango de -20 a +40°C, tomas para llenado-vaciado y purgador.

Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	399 €	798 €

Descripción

Tubería Polietileno DN40

Tubería lisa de fácil colocación y de 40mm de diámetro y 3,7 de espesor, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la reducción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	99	3,45 €	341,55 €

Descripción

Tubería Polietileno DN63

Tubería lisa de fácil colocación y de 63mm de diámetro y 5,8 de espesor, resistente a las altas temperaturas, impactos y aplastamientos. Elevada duración. Adecuada para instalaciones de A.C.S o instalaciones de aire comprimido. Inalterable ante la corrosión y productos químicos. Disminuye la reducción de ruidos en su interior y es un buen aislante del calor. Instalación incluida.

Ud.	Medición	Precio	Importe
-----	----------	--------	---------

m.	68,3	13,81 €	943,22 €
----	------	---------	----------

Descripción			
Aislamiento térmico para A.C.S. Armaflex SH Coquillas o equivalente Aislamiento y protección de tuberías (calefacción, agua sanitaria caliente, espesor 40 mm.) y otras instalaciones de calefacción y fontanería para prevenir de forma óptima las pérdidas de temperatura y ahorrar energía, declarado según EN ISO 13787 Ensayos según DIN EN 12667 EN ISO 8497.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
m.	100	5,15 €	515 €

Descripción			
Sonda de Temperatura RESOL, de Aclima o equivalente Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	40 €	320 €

Descripción			
Bomba de calor geotérmica Airdiu Compact R-104A IST 160 o equivalente Equipo bomba de calor geotérmica de 40,7kW para producción de agua fría y agua caliente en climatización, con opcional para producir agua caliente sanitaria (A.C.S.) y para la piscina. Aplicable a instalaciones con fancoils, suelo radiante y radiadores de baja temperatura.			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8507 €	8507 €

Descripción			
Caudalímetro RESOL DeltaSol BX o equivalente Con 25 sistemas básicos + 5 sondas Pt 1000 + ranura SD. Entradas: 5 sondas Pt1000, 1 ranura SD, 2 sensores Grunfos Direct y caudalímetro. Salidas: 4 relés (2 semicond.+2 electromec.) y 2 salidas PWM. Funciones: Comunicación VBus, contador energía, contador de horas, termostato diferencial con módulos activables			
Ud.	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	222 €	222 €

Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª Instalador	80	17,72 €	1417,6 €
h.	Oficial 2ª Instalador	80	15,86 €	1268,8 €
Total importe mano de obra				2687,4€

Total importe Instalación Geotérmica	48324,37 €
---	-------------------

7.8 RESUMEN TOTAL DEL PRESUPUESTO PARA LA VIVIENDA

TOTAL IMPORTE DE LA INSTALACIÓN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	14.701,05 €
TOTAL IMPORTE DE LA INSTALACIÓN DE CONTRAINCENDIOS	2.258,98 €
TOTAL IMPORTE DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA	192.154,82 €
TOTAL IMPORTE DE INSTALACIÓN DE FONTANERÍA	15.335,56 €
TOTAL IMPORTE DE INSTALACIÓN DE EVACIACIÓN DE AGUAS	46.483,89 €
TOTAL IMPORTE DE INSTALACIÓN DE A.C.S. Y CALEFACCIÓN	125.314,03 €
TOTAL IMPORTE DE INSTALACIÓN DE GEOTÉRMICA	48.324,37 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	444.572,7 €
-----------------------------------	-------------

13% GASTOS GENERALES	57.794,45 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	26.674,36 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	529.041,51 €
21 % IVA	111.098,72 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	640.140,23 €

PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN	640.140,23 €
---------------------------------------	---------------------

Asciende el presupuesto a la figurada cantidad de seiscientos cuarenta mil ciento cuarenta euros con veintitrés céntimos de euro.

Ferrol, Septiembre de 2017.

Fdo.: Andrés Leirachá Martínez



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

*OPTIMIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE UN
EDIFICIO CON SISTEMA COMBINADO SOLAR –
GEOTÉRMICO*

Máster en Ingeniería Industrial

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1. MEMORIA.....	7
8.1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7
8.1.2. DATOS GENERALES DEL TRABAJO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	7
8.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	8
8.1.4. CONDICIONES DEL LUGAR EN QUE SE VA A CONSTRUIR Y DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.	11
8.1.4.1. LA EFICACIA PREVENTIVA PERSEGUIDA POR EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	11
8.1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR EN EL QUE SE VA A REALIZAR LA OBRA.....	12
8.1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR.	12
8.1.4.4. TRÁFICO RODADO Y ACCESOS.	12
8.1.4.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.	12
8.1.4.6. MAQUINARIA PREVISTA PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.	13
8.1.5. UNIDADES DE OBRA QUE INTERESAN A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.	17
8.1.6. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.....	17
8.1.7. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS DE LA OBRA.	45
8.2. PLANOS.....	46
8.2.1. EVACUACIÓN DE EMERGENCIA AL HOSPITAL MÁS CERCANO.....	46
8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.....	48
8.3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.	48
8.3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	48
8.3.1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	48
8.3.1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS.	48
8.3.1.4. DEFINICIONES Y FUNCIONES DE LAS FIGURAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO. .	49
8.3.2. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.....	60
8.3.2.1. CONDICIONES GENERALES.....	60
8.3.2.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN Y USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.....	63
8.3.3. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	63
8.3.3.1. CONDICIONES GENERALES.....	63
8.3.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE CADA EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL, JUNTO CON LAS NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTOS EQUIPOS.	64
8.3.4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.....	65

8.3.4.1. SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO.....	65
8.3.5. DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS.	68
8.3.6. SISTEMA APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.	68
8.3.6.1. RESPECTO A LA PROTECCIÓN COLECTIVA.	69
8.3.6.2. RESPECTO A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	69
8.3.6.3. RESPECTO A OTROS ASUNTOS.	70
8.3.7. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA.	70
8.3.7.1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN.....	71
8.3.7.2. LEGISLACIÓN APLICABLE AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.	71
8.3.7.3. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	71
8.3.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.....	72
8.3.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA.	73
8.3.9.1. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES CON MÓDULOS PREFABRICADOS COMERCIALIZADOS METÁLICOS.	73
8.3.10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA.	74
8.3.10.1. EXTINTORES DE INCENDIOS.	74
8.3.10.2. MANTENIMIENTO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.....	75
8.3.10.3. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.	76
8.3.11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.....	76
8.3.11.1. CRONOGRAMA FORMATIVO.	77
8.3.12. MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	78
8.3.13. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.	78
8.3.13.1. ACCIONES A SEGUIR.	78
8.3.13.2. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS.....	80
8.3.13.3. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.	80
8.3.13.4. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.	82
8.3.13.5. MALETÍN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.	82
8.3.14. CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.....	82
8.3.15. PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.....	83
8.3.15.1. ENCARGADO DE SEGURIDAD Y SALUD.	83

8.3.16. NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.	84
8.3.17. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.	85
8.3.17.1. DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.	85
8.3.18. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.	86
8.3.18.1. OBLIGACIONES LEGALES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS, CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 11 DEL RD 1.627/1997.	86
8.3.18.2. EL APARTADO 2 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE	88
8.3.18.3. EL APARTADO 3 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE	88
8.3.18.4. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	89
8.3.18.5. OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.	94
8.3.19. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD.	99
8.3.19.1. MEDICIONES.	99
8.3.19.2. VALORACIONES ECONÓMICAS.	100
8.3.20. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS.	102
8.3.20.1. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.	102
8.3.21. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.	103
8.3.21.1. MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS EXISTENTES EN LOS LUGARES DE TRABAJO.	103
8.3.22. EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.	103
8.3.23. LIBRO DE INCIDENCIAS.	105
8.3.24. LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.	105
8.3.24.1. UTILIZACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.	106
8.3.25. CLÁUSULAS PENALIZADORAS.	106
8.3.25.1. RESCISIÓN DEL CONTRATO.	106
8.3.26. CLÁUSULAS CONTRACTUALES APLICABLES A EMPRESAS SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS.	106
8.3.26.1. EMPRESAS SUBCONTRATISTAS.	106
8.3.26.2. TRABAJADORES AUTÓNOMOS.	107

8.3.27. FACULTADES DE LOS TÉCNICOS FACULTATIVOS.	108
8.3.27.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.	108
8.3.27.2. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO APROBADO.	108
8.3.28. AVISO PREVIO.	109
8.3.29. PREVISIÓN DE PRESENCIAS DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD, PARA APOYO Y ASESORAMIENTO VOLUNTARIO AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA.	109
8.4. ANEXO.	109
8.4.1. CABLES FIJADORES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD.	109
8.4.1.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	109
8.4.1.2. CALIDAD.	109
8.4.1.3. CABLES.	110
8.4.1.4. LAZOS.	110
8.4.1.5. GANCHOS.	110
8.4.1.6. DISPOSICIÓN EN OBRA.	110
8.4.2. ANCLAJES ESPECIALES PARA AMARRE DE CINTURONES DE SEGURIDAD.	110
8.4.2.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	110
8.4.2.2. CALIDAD.	111
8.4.2.3. ANCLAJES.	111
8.4.2.4. DISPOSICIÓN EN OBRA.	111
8.4.3. BOTAS DE PVC, IMPERMEABLES.	111
8.4.3.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	111
8.4.3.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	111
8.4.3.3. ÁMBITO DE OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	111
8.4.4. BOTAS DE SEGURIDAD EN LONETA REFORZADA Y SERRAJE CON SUELA DE GOMA O PVC.	112
8.4.4.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	112
8.4.4.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	112
8.4.4.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	112
8.4.5. CASCOS AURICULARES PROTECTORES AUDITIVOS.	113
8.4.5.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	113
8.4.5.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	113
8.4.5.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	114
8.4.6. CASCO DE SEGURIDAD, CONTRA GOLPES EN LA CABEZA.	114

8.4.6.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	114
8.4.6.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	115
8.4.7. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	115
8.4.8. CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN.	116
8.4.8.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	116
8.4.8.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	116
8.4.8.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	116
8.4.9. CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.	117
8.4.9.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	117
8.4.9.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	117
8.4.10. FAJA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRESFUERZOS.	117
8.4.10.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	117
8.4.10.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	117
8.4.11. FILTRO PARA RADIACIONES DE ARCO VOLTAICO, PANTALLAS DE SOLDADOR.	118
8.4.11.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	118
8.4.11.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	119
8.4.12. FILTRO MECÁNICO PARA MASCARILLA CONTRA EL POLVO.	119
8.4.12.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	119
8.4.12.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	119
8.4.13. GAFAS DE SEGURIDAD CONTRA EL POLVO Y LOS IMPACTOS.	120
8.4.13.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	120
8.4.13.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	120
8.4.13.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	121
8.4.14. GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA.	121
8.4.14.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	121
8.4.14.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	121
8.4.14.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	121
8.4.15. GUANTES DE GOMA O DE “PVC”.	122
8.4.15.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	122
8.4.15.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	122
8.4.16. TRAJES DE TRABAJO, (MONOS O BUZOS DE ALGODÓN).	123
8.4.16.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.	123
8.4.16.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.	123
8.4.16.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.	123
8.5. PRESUPUESTO.	124

8.1. MEMORIA

8.1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Siendo necesaria la redacción de un trabajo de diseño y cálculo de las instalaciones de fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, instalación de A.C.S, instalación de calefacción por suelo radiante y apoyo energético mediante paneles solares térmicos, instalación geotérmica y la instalación de una caldera de biomasa., situado en el ayuntamiento de Ferrol, ubicado Avda. de Vigo Nº 144–146. Es obligación legal la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud integrado. En él se analizan y resuelven los problemas de seguridad y salud en el trabajo.

8.1.2. DATOS GENERALES DEL TRABAJO Y DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

- Nombre del promotor de la obra: Universidad de la Coruña.
- Dirección el promotor de la obra: Avda. de Vigo Nº 144–146, Ayuntamiento de Ferrol.
- Nombre del trabajo sobre el que se trabaja:
Optimización de las instalaciones de un edificio con sistema combinado solar – geotérmico
- Autor del trabajo básico: Andrés Leirachá Martínez.
- Autor del Estudio de Seguridad y Salud: Andrés Leirachá Martínez.
- Presupuesto de ejecución por contrata del trabajo: 640.140,23 euros.
- Tipología de la obra a construir: instalaciones de fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, instalación de A.C.S, instalación de calefacción por suelo radiante y apoyo energético mediante

paneles solares térmicos, instalación geotérmica y la instalación de una caldera de biomasa para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos

8.1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

- El autor del Estudio de Seguridad y Salud, al afrontar la tarea de redactar el Estudio de Seguridad y Salud para las instalaciones de fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, instalación de A.C.S, instalación de calefacción por suelo radiante y apoyo energético mediante paneles solares térmicos, instalación geotérmica y la instalación de una caldera de biomasa para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos situado en la provincia de A Coruña en Ferrol, se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el trabajo y su construcción.

Define además los riesgos reales, que en su día presente la ejecución de la obra, en media de todo un conjunto de circunstancias de difícil concreción, que en sí mismas puede lograr desvirtuar el objetivo fundamental de este trabajo.

Se pretende sobre el trabajo, crear los procedimientos concretos para conseguir una realización de obra sin accidentes ni enfermedades profesionales. Definirán las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra, y se confía poder evitar los “accidentes blancos” o sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra al crear situaciones de parada o de estrés en las personas.

Por lo expuesto, es necesaria la concreción de los objetivos de este trabajo técnico que se definen según los siguientes apartados cuyo ordinal de transcripción es indiferente pues se consideran todos de un mismo rango:

- Conocer el trabajo a construir, la tecnología, los medios de trabajo y la organización previstos para la realización de la obra, así como el entorno, condiciones físicas y climatología del lugar donde se debe realizar dicha obra, con el fin de poder identificar y analizar los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo.

- Analizar todas las unidades de obra contenidas en el trabajo a construir, en función de sus factores: formal y de ubicación coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica.
- Colaborar con el equipo redactor del trabajo para estudiar y adoptar soluciones incluidas y organizativas que eliminen o disminuyan los riesgos.
- Identificar los riesgos evitables proponiendo las medidas para conseguirlo, relacionar aquellos que no se puedan evitar especificando las medidas preventivas y de protección adecuadas para controlarlos y reducirlos, así como describir los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.
- Diseñar y proponer las líneas preventivas a poner en práctica tras la toma de decisiones, como consecuencia de la tecnología que va a utilizar; es decir: la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura, a implantar durante todo el proceso de esta construcción. Así como los servicios sanitarios y comunes a utilizar durante todo el proceso de esta construcción.
- Valorar adecuadamente los costes de la prevención e incluir los planos y gráficos necesarios para una adecuada comprensión de la prevención proyectada.
- Servir de base para la elaboración del plan de seguridad y salud por parte del Contratista y formar parte, junto al plan de seguridad y salud y al plan de prevención del mismo, de las herramientas de planificación e implantación de la prevención en la obra.
- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto a través del plan de seguridad y salud que elabora el Contratista en su momento basándose en el presente Estudio de Seguridad y Salud. Esta divulgación se efectuará entre todos los que intervienen en el proceso de construcción y se espera que sea capaz por sí misma, de animar a todos los que intervienen en la obra o ponerla en práctica con el fin de lograr su mejor y más razonable

colaboración. Sin esta colaboración inexcusable y la del Contratista, de nada servirá este trabajo. Por ello, este conjunto documental se proyecta hacia la empresa Contratista, los subcontratistas, los trabajadores autónomos y los trabajadores que en general van a ejecutar la obra; debe llegar a todos ellos, en aquellas partes que les afecten directamente y en su medida.

- Crear un ambiente de salud laboral en la obra, mediante el cual, la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase la prevención prevista y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto y aplicado con la máxima celeridad y atención posibles.
- Propiciar una línea formativa-informativa para prevenir los accidentes y por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.
- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomos que trabajen en la obra, de tal forma que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.
- Colaborar a que el trabajo prevea las instrucciones de uso y mantenimiento y las operaciones necesarias e incluir en este Estudio de Seguridad y Salud las previsiones e informaciones útiles para efectuar en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores, es decir: de reparación, conservación y mantenimiento. Esto se realizará una vez conocidas las acciones necesarias para las operaciones de mantenimiento y conservación tanto de la obra en sí como de sus instalaciones.

El autor del Estudio de Seguridad y Salud declara: que es su voluntad la de identificar los riesgos a evaluar, la eficacia de las protecciones previstas sobre el trabajo y en su consecuencia diseñar cuantos mecanismos preventivos se puedan idear a su buen saber y entendimiento técnico. Dentro de las posibilidades que el mercado de la construcción y los límites económicos permiten. Que se confía en que, si surgiese alguna laguna preventiva el Contratista, a la hora de elaborar el preceptivo plan de seguridad y salud

será capaz de detectarla y presentarla para que se la analice en toda su importancia, dándole la mejor solución posible.

Además, se confía en que con los datos que han aportado el promotor y proyectista sobre el perfil exigible al adjudicatario, el contenido de este Estudio de Seguridad y Salud, sea lo más coherente con la tecnología utilizable por la futura Contratista de la obra con la intención de que el plan de seguridad y salud que elabore se encaje técnica y económicamente sin diferencias notables con este trabajo.

Es obligación del Contratista disponer los recursos materiales, económicos, humanos y de formación necesarios para conseguir que el proceso de producción, de construcción de esta obra sea seguro. Este estudio ha de ser un elemento fundamental que ayude al Contratista para cumplir con la prevención de los riesgos laborales y con ella influir de manera decisiva en la construcción del objetivo principal en materia de seguridad y salud en esta obra; lograr realizar la obra sin accidentes laborales ni enfermedades profesionales.

8.1.4. CONDICIONES DEL LUGAR EN QUE SE VA A CONSTRUIR Y DATOS DE INTERÉS PARA LA PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.

8.1.4.1. LA EFICACIA PREVENTIVA PERSEGUIDA POR EL AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

El autor de este Estudio de Seguridad y Salud persigue conseguir la colaboración del resto de los agentes que intervienen en las distintas fases previstas hasta la ejecución de la obra, al considerar que la seguridad no puede ser conseguida si no es objetivo común de todos.

Cada empresario ha de tener en cuenta para el desarrollo de su actividad específica, los principios que la acción preventiva contenidos en el artículo 15 de la Ley 31/95. Quiere decirse que el proceso productivo ha de realizarse evitando los riesgos o evaluando la importancia de los inevitables, combatirlos con su origen con instrumentos de estrategia, formación a método. La eficacia de las medidas preventivas ha de

someterse a controles periódicos y a auditorias por si procediera su modificación o ajuste.

La especificidad del sector construcción, con concurrencia de varias empresas con la obra al mismo tiempo, necesita de un ordenamiento de las actividades en las que se planifique, organice y se establezca la actuación de cada una de ellas en las condiciones señaladas anteriormente. Esta concurrencia hace aparecer nuevos riesgos derivados de las interferencias entre las diversas actividades en la obra, y necesitan de análisis fuera del ámbito de las empresas participantes.

8.1.4.2. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR EN EL QUE SE VA A REALIZAR LA OBRA.

Solar con forma cuadrada detallado en el apartado planos, con una superficie de 572,00 m², los cuales están distribuidos en 18 plantas , 2 sótanos y un local comercial.

8.1.4.3. DESCRIPCIÓN DE LA CLIMATOLOGÍA DEL LUGAR.

Cuenta con un clima oceánico y suave con abundantes lluvias en invierno.

8.1.4.4. TRÁFICO RODADO Y ACCESOS.

Tanto el tráfico rodado como el acceso a la obra se encuentran en óptimas condiciones al tratarse de una zona urbana.

8.1.4.5. MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.

Del análisis del trabajo, de las actividades de obra y de los oficios, se prevé la utilización de los siguientes medios auxiliares:

8.1.4.5.1. Andamios.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario ha de haber mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigirá que haya

recibido un mantenimiento aceptable, con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.5.2. Escaleras de mano.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.5.3. Puntales metálicos.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6. MAQUINARIA PREVISTA PARA LA REALIZACIÓN DE LA OBRA.

Por igual procedimiento de análisis al descrito en el apartado anterior, se procede a definir la maquinaria que es necesario utilizar en la obra.

Por lo general se prevé que la maquinaria fija de obra sea de propiedad del Contratista. En el listado que se suministra, Se incluyen la procedencia (propiedad o alquiler) y su forma de permanencia en la obra. Estas circunstancias son un condicionante importante de los niveles de seguridad y salud que pueden llegarse a alcanzar. El pliego de condiciones particulares, suministra las normas para garantizar la seguridad de la maquinaria.

8.1.4.6.1. Camión de transporte de materiales.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.2. Camión grúa.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.3. Carretilla elevadora mecánica autodesplazable.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.4. Compresor.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser

alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.5. Máquinas herramienta en general (radiales-cizallascortadoras y similares).

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.6. Martillo neumático (rompedores-taladradores para bulones).

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.7. Mesa de sierra circular para material cerámico.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.8. Montacargas.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.9. Soldadura con arco eléctrico (soldadura eléctrica).

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.10. Soldadura oxiacetilénica y oxicorte.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.4.6.11. Taladro eléctrico portátil.

Se le supone de propiedad del Contratista o de algún subcontratista bajo el control directo del anterior; se considera la que el Contratista adjudicatario habrá mantenido la propiedad de su empresa, y que, en el caso de subcontratación, exigir que haya recibido un mantenimiento aceptable con lo que el nivel de seguridad puede ser

alto. No obstante, es posible que exista inseguridad, en el caso de servirse material viejo en buen uso que deberá resolverse de manera inequívoca.

8.1.5. UNIDADES DE OBRA QUE INTERESAN A LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

A modo de orientación, se muestra el cálculo mensual del número de trabajadores a intervenir según la realización prevista, mes a mes, en el plan de ejecución de obra.

Para ejecutar la obra se utiliza el porcentaje que representa la mano de obra necesaria sobre el presupuesto total.

Si el Plan de Seguridad y Salud efectúa alguna modificación de la cantidad de trabajadores que se ha calculado que intervengan en esta obra, deberá adecuar las previsiones de instalaciones provisionales y protecciones colectivas e individuales a la realidad.

8.1.6. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS.

A continuación, se pueden ver unas tablas en las que aparecen la identificación, análisis y evaluación inicial de los riesgos en nuestra obra.

INTERPRETACIÓN DE LAS ABREVIATURAS				
PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA	PREVENCIÓN APLICADA	CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE	CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA	
C CIERTA	CL PROTECCIÓN COLECTIVA	L LESIONES LEVES	T RIESGO TRIVIAL	I RIESGO IMPORTANTE
R REMOTA	PI PROTECCIÓN INDIVIDUAL	G LESIONES GRAVES	TO RIESGO TOLERABLE	IN RIESGO INTOLERABLE
P POSIBLE	PV PREVENCIÓNES	GR LESIONES GRAVÍSIMAS	M RIESGO MODERADO	

Tabla 8.1.6.1.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA GENERAL.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES	X				X	X	X			X				

SUELTOS														
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)	X				X	X	X			X				
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X		X			X			

Tabla 8.1.6.2.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO;															
CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD;															
ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS															
PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															

Tabla 8.1.6.3.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: ELECTRICA GENERAL.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR	X				X	X	X			X				

ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)														
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X		X			X			

Tabla 8.1.6.4.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														

PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES AISLANTES;															
CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															
SE UTILIZARAN HERRAMIENTAS AISLADAS GAFAS DE PROTECCION GUANTES AISLANTES															

Tabla 8.1.6.5.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE FONTANERÍA INSTALACION DE TUBERIAS														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR, FACTORES DE FORMA Y UBICACIÓN DEL TAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍAS: TRABAJOS A LA INTEMPERIE.	X			X	X	X				X				
CAÍDAS DE OBJETOS (PIEDRAS, MATERIALES, ETC)	X			X	X	X				X				
GOLPES POR OBJETOS DESPRENDIDOS EN MANIPULACIÓN MANUAL,	X			X	X	X				X				
CAÍDAS DE PERSONAS AL ENTRAR Y AL SALIR DE ZANJAS POR (UTILIZACIÓN DE ELEMENTOS INSEGUROS PARA LA MANIOBRA: MÓDULOS DE ANDAMIOS METÁLICOS, EL GANCHO DE UN TORNO, EL DE UN MAQUINILLO, ETC)	X				X	X		X			X			
CAÍDAS DE PERSONAS AL CAMINAR POR LAS														

PROXIMIDADES DE UNA ZANJA (AUSENCIA DE ILUMINACIÓN, DE SEÑALIZACIÓN O DE OCLUSIÓN)	X			X	X	X	X			X				
DERRUMBAMIENTO DE LAS PAREDES DE LA ZANJA (AUSENCIA DE BLINDAJES, UTILIZACIÓN DE ENTIBACIONES ARTESANALES DE MADERA)	X			X	X	X		X			X			
INTERFERENCIAS: CONDUCCIONES SUBTERRÁNEAS; (INUNDACIÓN SÚBITA, ELECTROCUCIÓN)	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (PERMANECER EN POSTURAS FORZADAS, SOBRECARGAS)	X				X	X	X			X				
ESTRÉS TÉRMICO (POR LO GENERAL POR TEMPERATURA ALTA)	X				X	X	X			X				
PISADAS SOBRE TERRENOS IRREGULARES O SOBRE MATERIALES	X				X	X	X			X				
DERMATITIS POR CONTACTO CON EL CEMENTO	X				X	X	X			X				
ATRAPAMIENTO ENTRE OBJETOS (AJUSTES DE TUBERÍAS Y SELLADOS)	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE TUBERÍAS SOBRE PERSONA POR: (ESLINGADO INCORRECTO, ROTURA POR														

FATIGA O GOLPE RECIBIDO POR EL TUBO, DURANTE EL TRANSPORTE A GANCHO DE GRÚA O DURANTE SU INSTALACIÓN, UÑA U HORQUILLA DE SUSPENSIÓN E INSTALACIÓN CORTA O DESCOMPENSADA, RODAR EL TUBO CON CAÍDA EN LA ZANJA "ACOPIO AL BORDE SIN FRENO O FRENO INCORRECTO")	X					X			X				X	
ATRAPAMIENTOS POR: (RECEPCIÓN DE TUBOS A MANO, FRENO A BRAZO, DE LA CARGA EN SUSPENSIÓN A GANCHO DE GRÚA, RODAR EL TUBO "ACOPIO SIN FRENO O FRENO INCORRECTO")	X				X	X			X				X	
POLVO (CORTE DE TUBERÍAS EN VIA SECA)	X				X	X	X			X				
PROYECCIÓN VIOLENTA DE PARTÍCULAS (CORTE DE TUBERÍAS EN VÍA SECA)	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (PARAR EL PÉNDULO DE LA CARGA A BRAZO, CARGAR TUBOS A HOMBRO)	X				X	X	X			X				

Tabla 8.1.6.6.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														

UTILIZACIÓN DE BLINDAJES METÁLICOS EN EL CASO DE QUE LA PROFUNDIDAD DE LAS ZANJAS SEA NOTABLE; BARANDILLAS AL BORDE;															
PASARELAS DE SEGURIDAD.															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO;															
EN CASO DE PRESENCIA DE LÍNEAS ELÉCTRICAS, TODAS AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD. CASCO; FAJAS LOS SOBRE ESFUERZOS; MASCARILLA CONTRA EL POLVO; GUANTES DE CUERO; TRAJES IMPERMEABLES; ROPA DE TRABAJO..															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y QUE NO SE UTILICEN LOS CODALES PARA ENTRAR Y SALIR DE LA ZANJA; DETECTORES DE CONDUCTOS ENTERRADOS; APAREJOS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS; ILUMINACIÓN															

Tabla 8.1.6.7.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS				
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN. GENERAL.				
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD	PREVENCIÓN	CONSECUENCIAS	CALIFICACIÓN DEL RIESGO

	DE QUE SUCEDA			APLICADA			DEL ACCIDENTE			CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA OBRA)	X				X	X	X			X				
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS (ROTURA DE APARATOS SANITARIOS)	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR														

ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)	X				X	X	X			X				
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				
CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS, ROTURA DE APAR. SANITARIOS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X	X				X			

Tabla 8.1.6.8.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														

NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO; CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIONES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES															
ELÉCTRICAS															

Tabla 8.1.6.9.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN. GENERAL.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
CAÍDAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN EN EL TALLER, DESORDEN EN LA	X				X	X	X			X				

OBRA)														
CAÍDAS AL DISTINTO NIVEL (USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
CAÍDAS DESDE ALTURA (HUECOS EN EL SUELO, TRABAJOS SOBRE CUBIERTAS, USO DE MEDIOS AUXILIARES PELIGROSOS)	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS ENTRE PIEZAS PESADAS	X				X	X		X			X			
EXPLOSIÓN E INCENDIO (USO DE SOPLETES FORMACIÓN DE ACETILURO DE COBRE, BOMBONAS DE ACETILENO TUMBADAS)	X			X		X		X			X			
PISADAS SOBRE MATERIALES SUELTOS (ROTURA DE APARATOS SANITARIOS)	X				X	X	X			X				
PINCHAZOS Y CORTES (POR ALAMBRES, CABLES ELÉCTRICOS, TIJERAS, ALICATES)	X				X	X	X			X				
SOBRE ESFUERZOS (TRANSPORTE E INSTALACIÓN DE OBJETOS PESADOS).	X				X	X	X			X				

CORTES Y EROSIONES (MANEJO DE TUBOS Y HERRAMIENTAS, ROTURA DE APAR. SANITARIOS).	X				X	X	X			X				
INCENDIO (POR HACER FUEGO O FUMAR JUNTO A MATERIALES INFLAMABLES)	X			X		X	X			X				
RUIDO (ESMERILADO, CORTES DE TUBERÍAS, MÁQUINAS EN FUNCIONAMIENTO)		X			X	X	X				X			
ELECTROCUCIÓN (ANULAR LAS PROTECCIONES ELÉCTRICAS, CONEXIONES DIRECTAS CON CABLES DESNUDOS)	X			X		X	X				X			

Tabla 8.1.6.10.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:														
CASCO CON IMPOSIBILIDAD DE DESPRENDIMIENTO ACCIDENTAL; PROTECTORES CONTRA EL RUIDO; GUANTES DE CUERO;														
CINTURONES DE SEGURIDAD CONTRA LAS CAÍDAS; FAJAS Y MUÑEQUERAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO.														

SEÑALIZACIÓN:																
DE RIESGOS EN EL TRABAJO																
PREVENCIÓNES PREVISTAS:																
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS Y DEL COMPORTAMIENTO CORRECTO DE LAS PROTECCIONES																
ELÉCTRICAS																

Tabla 8.1.6.11.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: MONTAJE DE PREFABRICADOS.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DE LA OBRA Y DE SU ENTORNO NATURAL		X		X	X	X		X			X			

GOLPES A LAS PERSONAS POR EL TRANSPORTE DE GRANDES PIEZAS EN SUSPENSIÓN A GANCHO DE GRÚA.	X			X	X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS DURANTE LAS MANIOBRAS DE RECIBIDO Y UBICACIÓN DE GRANDES PIEZAS.	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL (DESORDEN DE OBRA, SUPERFICIES RESBALADIZAS).	X				X	X	X			X				
VUELCO DE PIEZAS PREFABRICADAS (FALTA O APUNTALADO PELIGROSO, PRESENTACIÓN Y RECIBIDO PELIGROSOS).	X			X	X	X		X			X			
DESPLOME DE PIEZAS PREFABRICADAS (APUNTALADO PELIGROSO O PRESENTACIÓN INCORRECTA).	X			X	X	X		X			X			
CORTES POR MANEJO DE HERRAMIENTAS MANUALES.	X				X	X	X			X				
CORTES O GOLPES POR MANEJO DE MÁQUINAS HERRAMIENTA.	X				X	X		X			X			

SOBRE ESFUERZOS (GUÍA DE PIEZAS).	X				X	X	X			X				
APLASTAMIENTO DE MANOS O PIES AL RECIBIR LAS PIEZAS.	X				X	X		X			X			
ATRAPAMIENTOS POR LOS MEDIOS DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE DE CARGAS.		X				X		X			X			
LOS DERIVADOS DEL USO DE MEDIOS AUXILIARES (ESCALERAS, ANDAMIOS, ETC.).	X				X	X		X			X			

Tabla 8.1.6.12.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:														
CASCO; GUANTES DE CUERO; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO														
SEÑALIZACIÓN:														
DE RIESGOS EN EL TRABAJO														

PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.13.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES.														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
RIESGOS DE ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN (IMPERICIA, SOMNOLENCIA, CAOS)		X				X		X			X			

CIRCULATORIO)														
RIESGOS INHERENTES A LOS TRABAJOS REALIZADOS EN SU PROXIMIDAD		X			X	X		X			X			
ATROPELLO DE PERSONAS (POR MANIOBRAS EN RETROCESO, AUSENCIA DE SEÑALISTAS, ERRORES DE PLANIFICACIÓN, FALTA DE SEÑALIZACIÓN, AUSENCIA DE SEMÁFOROS)	X				X	X		X			X			
CHOQUES AL ENTRAR Y SALIR DE LA OBRA (POR MANIOBRAS EN RETROCESO, FALTA DE VISIBILIDAD, AUSENCIA DE SEÑALISTA, AUSENCIA DE SEÑALIZACIÓN, AUSENCIA DE SEMÁFOROS)	X					X		X			X			
VUELCO DEL CAMIÓN (POR SUPERAR OBSTÁCULOS, FORETE PENDIENTES, MEDIAS LADERAS, DESPLAZAMIENTO DE LA CARGA)	X					X		X			X			
CAÍDAS DESDE LA CAJA AL SUELO (POR CAMINAR SOBRE LA CARGA, SUBIR Y BAJAR POR LUGARES	X					X		X			X			

IMPREVISTOS PARA ELLO)														
PROYECCIÓN DE PARTÍCULAS (POR VIENTO, MOVIMIENTO DE LA CARGA)	X					X			X			X		
ATRAPAMIENTO ENTRE OBJETOS (PERMANECER ENTRE LA CARGA EN LOS DESPLAZAMIENTOS DEL CAMIÓN)		X			X	X		X				X		
ATRAPAMIENTOS (LABORES DE MANTENIMIENTO)		X				X		X				X		
CONTACTO CON LA CORRIENTE ELÉCTRICA (CAJA IZADA BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS)		X			X	X		X			X			

Tabla 8.1.6.14.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA														
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:														
NO SE ESTIMAN NECESARIAS														
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:														
CASCO; GUANTES DE CUERO; BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO														
SEÑALIZACIÓN:														

DE RIESGOS EN EL TRABAJO															
PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.15.

IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS														
ACTIVIDAD: ALBAÑILERÍA														
IDENTIFICACIÓN Y CAUSAS PREVISTAS, DEL PELIGRO DETECTADO	PROBABILIDAD DE QUE SUCEDA			PREVENCIÓN APLICADA			CONSECUENCIAS DEL ACCIDENTE			CALIFICACIÓN DEL RIESGO CON LA PREVENCIÓN DECIDIDA				
	R	P	C	CL	PI	PV	L	G	GR	T	TO	M	I	IN
LOS RIESGOS PROPIOS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DE LA OBRA Y DE SU		X		X	X	X		X			X			

ENTORNO NATURAL														
CAÍDA DE PERSONAS DESDE ALTURA POR: (ANDAMIOS, HUECOS HORIZONTALES Y VERTICALES).	X			X	X	X		X			X			
CAÍDA DE PERSONAS AL MISMO NIVEL POR: (DESORDEN, CASCOTES, PAVIMENTOS RESBALADIZOS).	X				X	X		X			X			
CAÍDA DE OBJETOS SOBRE PERSONAS.	X				X	X		X			X			
GOLPES CONTRA OBJETOS.		X			X	X	X				X			
CORTES Y GOLPES EN MANOS Y PIES POR EL MANEJO DE OBJETOS CERÁMICOS O DE HORMIGÓN Y HERRAMIENTAS MANUALES.		X			X	X	X				X			
DERMATITIS POR CONTACTOS CON EL CEMENTO.		X			X	X	X				X			
PROTECCIÓN VIOLENTA DE PARTÍCULAS A LOS OJOS U OTRAS PARTES DEL CUERPO POR: (CORTE DE MATERIAL CERÁMICO A GOLPE DE PALETÍN, SIERRA CIRCULAR).	X				X	X		X			X			
CORTES POR LA UTILIZACIÓN DE MÁQUINAS HERRAMIENTAS.	X				X	X		X			X			

AFECCIONES DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS DERIVADAS DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN AMBIENTES SATURADOS DE POLVO (CORTANDO LADRILLOS).	X				X	X		X			X			
SOBRE ESFUERZOS (TRABAJAR EN POSTURAS OBLIGADAS O FORZADAS, SUSTENTACIÓN DE CARGAS).	x				x	x	x			x				
ELECTROCUCIÓN (CONEXIONES DIRECTAS DE CABLES SIN CLAVIJAS, ANULACIÓN DE PROTECCIONES, CABLES LACERADOS O ROTOS).		x		x	x	x		x				x		
ATRAPAMIENTO POR LOS MEDIOS DE ELEVACIÓN Y TRASPORTE DE CARGAS A GANCHO.	x					x		x			x			
LOS DERIVADOS DEL USO DE MEDIOS AUXILIARES (ESCALERAS, ANDAMIOS, ETC.).	x					x		x			x			
RUIDO (USO DE MARTILLOS NEUMÁTICOS).		x			x	x	x				x			

Tabla 8.1.6.16.

PREVENCIÓN PROYECTADA DE RIESGOS LABORALES, CUYA EFICACIA SE EVALÚA															
PROTECCIONES COLECTIVAS A UTILIZAR:															
NO SE ESTIMAN NECESARIAS															
EQUIPOS PREVISTOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL:															
CASCO CON AURICULARES CONTRA EL RUIDO; FAJAS CONTRA LOS SOBRE ESFUERZOS; GUANTES DE LONETA IMPERMEABILIZADA;															
BOTAS DE SEGURIDAD; ROPA DE TRABAJO DE ALGODÓN Y EN SU CASO, CHALECO REFLECTANTE.															
SEÑALIZACIÓN:															
DE RIESGOS EN EL TRABAJO															

PREVENCIÓNES PREVISTAS:															
VIGILANCIA PERMANENTE DEL CUMPLIMIENTO DE NORMAS PREVENTIVAS; UTILIZACIÓN DE UN SEÑALISTA DE MANIOBRAS															

Tabla 8.1.6.17.

8.1.7. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE LOS RIESGOS DE INCENDIOS DE LA OBRA.

El trabajo básico estima el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio. Las obras pueden llegar a incendiarse por las experiencias que en tal sentido se conocen. Esta obra en concreto está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincide: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad.

La experiencia demuestra que las obras pueden arder por causas diversas que van desde la negligencia simple a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.

Por ello, en el pliego de condiciones particulares, se dan las normas a cumplir por el Contratista adjudicatario en su plan de seguridad y salud, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

Como guía para efectuar una oportuna prevención se enumeran los materiales y trabajos que pueden originar un incendio:

- Las hogueras de obra.
- La madera.
- El desorden de la obra.
- La suciedad de la obra.
- El almacenamiento de objetos impregnados en combustibles.
- La falta o deficiencias de ventilación de los almacenes.
- El poliestireno expandido.
- Pinturas.
- Barnices.
- Disolventes.
- El uso de lamparillas de fundido.
- La soldadura eléctrica, la oxiacetilénica y el oxicorte.
- El uso de explosivos.
- La instalación eléctrica

8.2. PLANOS.

8.2.1. EVACUACIÓN DE EMERGENCIA AL HOSPITAL MÁS CERCANO.

Por proximidad el hospital más cercano es el Hospital Arquitecto Marcide en Ferrol, a unos 4,5 kilómetros de Esteiro.

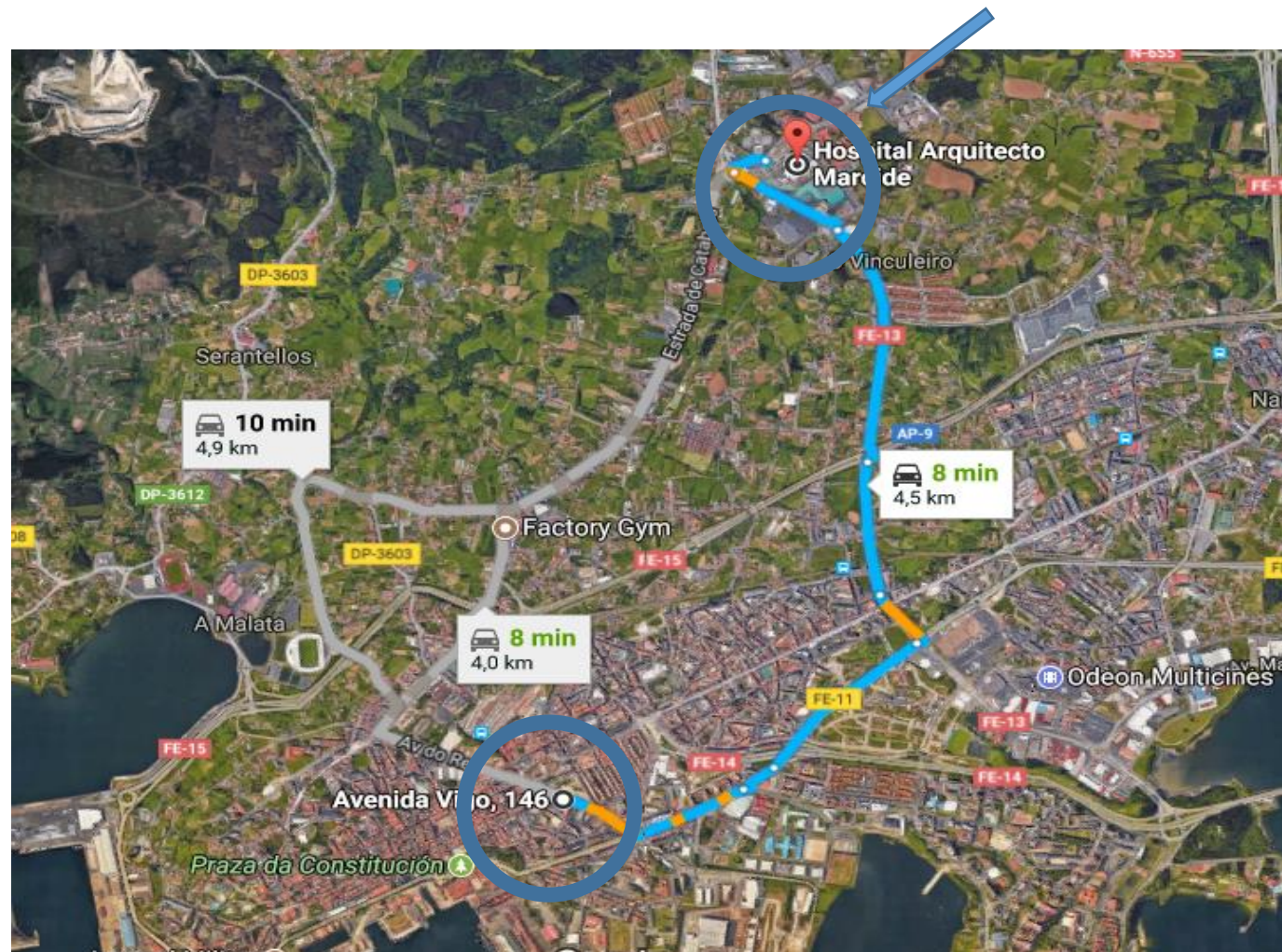


Fig:8.2.1.1. Como llegar al hospital Arquitecto Marcide.

8.3. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES.

8.3.1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES.

8.3.1.1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.

El presente pliego de condiciones de seguridad y salud se elabora para la obra: Instalaciones de fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, instalación de A.C.S, instalación de calefacción por suelo radiante y apoyo energético mediante paneles solares térmicos, instalación geotérmica y la instalación de una caldera de biomasa para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos situado en la provincia de A Coruña en Ferrol.

Se las instalaciones se construirán según el trabajo elaborado por: Andrés Leirachá Martínez, siendo él mismo el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.

8.3.1.2. DOCUMENTOS QUE DEFINEN EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

Los documentos que integran el estudio de seguridad y salud a los que les son aplicables este pliego de condiciones son: la memoria, el pliego de condiciones particulares, las mediciones, el presupuesto y los planos. Todos ellos se entienden documentos contractuales para la ejecución de la obra.

8.3.1.3. COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS.

Todos los documentos que integran este estudio de seguridad y salud son compatibles entre sí; se complementan unos a otros formando un cuerpo inseparable, forma parte del trabajo de ejecución de la obra y que debe llevarse a la práctica mediante el plan de seguridad y salud en el trabajo que elaboran el Contratista, y en el que deben analizarse desarrollarse y complementarse las previsiones contenidas en este estudio de seguridad y salud.

8.3.1.4. DEFINICIONES Y FUNCIONES DE LAS FIGURAS PARTICIPANTES EN EL PROCESO.

Se describen a continuación de forma resumida las misiones que deben desarrollar los distintos participantes en el proceso para conseguir con eficacia los objetivos propuestos. En este trabajo, a título descriptivo, se entiende por Promotor, la figura expresamente definida en el artículo 2, definiciones de Real Decreto 1 .627/1.997 disposiciones mínimas de seguridad y salud de las obras de construcción.

8.3.1.4.1. Promotor.

Inicia la actividad económica, y designa al proyectista. Dirección facultativa, coordinador de seguridad y salud y contratista o contratistas en su caso. En los contratos a suscribir con cada uno de ellos, puede establecer condiciones restrictivas o exigencias contractuales para la relación coherente entre todos ellos. Especial importancia pueden tener las que se introduzcan en la contrata con el contratista en relación con:

- El establecimiento de las limitaciones para la subcontratación evitando la sucesión de ellas.
- Exigencias sobre la formación que deben disponer los trabajadores que accedan en función de la complejidad de los trabajos.
- Exigencia sobre la solvencia técnica de las empresas subcontratadas por el contratista o contratistas en su caso, y forma de acreditarlo, con el objetivo de reforzar la posición de los técnicos para conseguir el cumplimiento de la Ley.
- Disposición de la organización tanto de medios humanos o materiales a implantar en obra, así como en maquinaria o medios auxiliares más adecuados al proceso.
- Respaldar las exigencias técnicas que se traten en los documentos a elaborar por el proyectista y el coordinador en materia de seguridad y salud.

El Promotor, tiene la opción de designar uno a varios proyectistas para elaborar el trabajo, debiendo conocer que la elección puede conllevar la exención o la obligatoriedad de designar a un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo. Es evidente que, en todo caso, siempre puede optar por designar coordinador de seguridad y salud.

También puede condicionar o propiciar la fluida relación y la necesaria cooperación entre el proyectista y el coordinador para la coherencia documental entre las prescripciones que establezcan el trabajo y el estudio de seguridad y salud a redactar por cada uno de ellos.

La designación de los agentes cuya contratación ha de procurar, debe realizarla en función de la competencia profesional en el caso de los Técnicos, y de la solvencia técnica en el del contratista. En el caso de constatar una decisión errónea en cuanto a la carencia de competencia de alguno de los agentes, debería proceder a rectificar de inmediato, y ello cuantas veces fuera necesario con el objetivo de poder garantizar el cumplimiento legal derivado de la falta de cualificación en materia de seguridad y salud.

Para garantizar la eficacia de sus decisiones, deberá contar con el asesoramiento técnico que se requiera para cada caso y la acreditación documental de la propuesta y sus argumentos técnicos para su constancia.

8.3.1.4.2. Proyectista.

Elabora el trabajo a construir precediendo a las definiciones necesarias en los distintos documentos que lo integran. Ha de prever la complejidad del proceso para llevar a cabo su construcción pues el trabajo no puede quedarse en mera teoría, sino que ha de llevarse a efecto, describiendo su proceso productivo y metodología a emplear. En consecuencia, debe tener en cuenta:

- Las particularidades del solar donde se ha de ubicar la obra, teniendo en cuenta, a modo de ejemplo, los métodos de realización de los trabajos, forma de ejecución y su método o medios a emplear, estableciendo en su valoración los precios adecuados que aseguren su correcta ejecución.

- Las especificaciones sobre los materiales o instalaciones de la obra, estableciendo las prescripciones en su ejecución, condiciones de aceptación y rechazo, controles de calidad a que deberán someterse las distintas partes de la obra.
- Medios auxiliares, maquinaria, equipos, herramientas con descripción de los idóneos para la obra de que se trata.
- Perfil técnico del contratista al que adjudicarle los trabajos de construcción, en relación con la complejidad del trabajo.
- Programa de obra con análisis del ritmo adecuado y de los plazos parciales de las distintas actividades.
- Orientaciones coherentes de índole técnica y de apoyo al estudio de seguridad y salud y de complemento a las que el Promotor decida incluir como cláusulas en el contrato de ejecución de obras.
- En la toma de decisiones constructivas y de organización durante la redacción del trabajo ha de tener en cuenta el contenido preventivo del estudio de seguridad y salud que se está redactando simultáneamente.

Puede optar por aparecer como único proyectista o manifestar la existencia de colaboración en el trabajo con otro técnico, con lo que posibilitar según la elección tomada, por la exención o la necesidad legal de contar con la participación de un coordinador de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.

Todos los documentos del trabajo han de tener su utilidad durante la ejecución, debiendo tener contenido suficiente para permitir que la dirección de obras la realice otro técnico distinto al que ha elaborado el trabajo, pudiendo además realizar su trabajo sin ninguna dificultad con la única referencia del Trabajo.

8.3.1.4.3. Contratista.

Recibe el encargo del Promotor para realizar las obras proyectadas. La ejecución ha de realizarla teniendo en cuenta las cláusulas del contrato y del trabajo sin olvidar la coherencia reciproca con el plan de seguridad y salud a realizar.

En función de lo prevenido en los documentos contractuales, actúa para la ejecución de los contratos siguientes:

- Realiza subcontrataciones a empresas o trabajadores autónomos de parte de la obra y en ocasiones de la totalidad, imponiendo las condiciones en que han de prestarse estos trabajos.
- Establezco las condiciones de trabajo en la obra de empresas y trabajadores participantes, en relación con las condiciones del trabajo y del contrato, designando a su representante en obra y a la estructura humana conveniente.
- Analiza el estudio de seguridad y salud redactado por el coordinador de seguridad y salud, y lo adecua a los procesos y métodos de que disponen los trabajadores autónomos, las empresas subcontratadas y el mismo como contratista, conformando tras negociación al efecto con los implicados, su plan de seguridad y salud que será la guía preventiva durante la ejecución.
- Contratar los Servicios de Prevención externos o disponer de ellos en el seno de la empresa con el objeto de realizar el seguimiento de las evaluaciones de riesgos, sus controles y auditorias.
- Disponer de las inversiones en equipos, maquinaria, herramientas, medios preventivos, formación de directivos y trabajadores propios y de empresas participantes.
- Contratar los asesores técnicos y trabajadores que considera adecuados dándoles las instrucciones de funciones y obligaciones que crea conveniente.
- Su actualización en obra se rige por los documentos que le obligan, no debiendo alterarlos por instrucciones verbales que los sustituyan.

- Mantener en correctas condiciones de seguridad y salubridad el centro de trabajo en aplicación de la política de gestión de la prevención implantada en la empresa.

8.3.1.4.4. Subcontratista.

Recibe el encargo del contratista para realizar parte de las obras proyectadas.

La ejecución ha de realizarla teniendo en cuenta las cláusulas del contrato con el contratista y las condiciones del trabajo de las que debe ser informado.

Aporta a su contratante su manual de riesgos y prevención de las actividades propias de su empresa.

En función de lo prevenido en los documentos contractuales, actúa para conseguir los objetivos siguientes:

- Realiza la contratación de trabajadores de acuerdo con la capacitación profesional exigida por las condiciones del contrato de ejecución suscrito.
- Cumple y hace cumplir a sus trabajadores las condiciones de trabajo exigibles en la obra designando a su representante en obra y a la estructura humana conveniente.

En unión del contratista y el resto de las empresas, analiza las partes del estudio de seguridad y salud, que le son de aplicación a la prevención de su trabajo en la obra, para acordar la parte del plan de seguridad y salud que le compete y que será la guía preventiva de su actividad durante la ejecución de la obra.

- Contrata los Servicios de Prevención externos o dispone de ellos en el seno de la empresa, con el objeto de realizar el seguimiento de las evaluaciones de riesgos, sus controles y auditorías.
- Dispone de las inversiones en equipos, maquinaria, herramientas, medios preventivos, formación de directivos y trabajadores.

- Contrata los asesores técnicos y trabajadores que considera adecuados, dándoles las instrucciones de funciones y obligaciones que crea conveniente.
- Su actuación en obra se rige por los documentos que le obligan, no debiendo alterarlos por instrucciones verbales que los sustituyan.
- Colabora en mantener en correctas condiciones de seguridad y salubridad el centro de trabajo en aplicación de la política de gestión de la prevención implantada en la empresa propia y en la principal.

8.3.1.4.5. Dirección facultativa.

Representa tácticamente los intereses del Promotor durante la ejecución de la obra dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada Técnico participante.

Su actuación debe sujetarse y limitarse a las condiciones del contrato de ejecución de obras suscrito entre Promotor y contratista y el contenido del trabajo de ejecución. Como funciones de mayor interés en relación con los objetivos preventivos se señalan:

- Verificar previamente la coherencia entre los documentos contractuales, advirtiendo las disfunciones que se observen.
- Dirigir y verificar los procesos y métodos establecidos en trabajo adecuándolos en su caso a los requerimientos que se planteen durante la ejecución.
- Dar instrucciones complementarias para el adecuado cumplimiento de las condiciones establecidas y en coherencia con los documentos contractuales tanto de índole técnica como económica teniendo en cuenta en todo caso no modificar las condiciones de trabajadores a efectos de seguridad y salud, las económicas establecidas para empresas y trabajadores autónomos, y las de calidad de los futuros usuarios.

- Conocer y controlar las condiciones de puesta en obra, los métodos de control establecidos por los empresarios, y proceder a la aceptación o rechazo de las unidades de obra ejecutadas en relación con las exigencias de calidad establecidas en el trabajo y contrato.
- Colaborar con su cliente, el Promotor, en la mejor elección del contratista y las condiciones del contrato para una mayor eficacia.
- Colaborar con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para el cumplimiento de sus fines, y con la inspección de Trabajo y Seguridad Social si observara durante su actividad en obra incumplimiento grave en materia de seguridad, que pusiera en peligro la integridad de los participantes en la ejecución.

8.3.1.4.6. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del trabajo.

Es contratado por el Promotor o propietario obligado por el RD. 1627/97, y con funciones de abordar la planificación de la prevención de los riesgos que surgirán después, durante la ejecución.

Su misión ha de comenzar al tiempo que la concepción del trabajo, debiendo hacer coherentes las actuaciones del proyectista y Promotor en materia preventiva. Su actuación culmina con la elaboración del estudio de seguridad y salud, que es un documento específico para la obra y sus circunstancias, debiendo su autor tener capacidad y conocimientos técnicos para su elaboración.

- Impulsar la toma en consideración del proyectista de decisiones apropiadas para contemplar en el trabajo tales como métodos de ejecución, sistemas constructivos, organización y plaza que sean convenientes como prevención de los riesgos que se plantean en la ejecución.
- Impulsar la toma en consideración del proyectista de medios auxiliares, apeos, maquinaria o equipos a considerar en el trabajo como ayuda a la planificación preventiva.

- Impulsar la toma en consideración por el proyectista de la adecuada capacitación de contratista, subcontratistas y trabajadores estableciendo restricciones al caso.
- Procurar que las acciones del Promotor sean de apoyo de las prescripciones de proyectista y las atinentes al estudio que redacte el coordinador.
- Conocer las distintas posibilidades de establecer procedimientos y métodos a desarrollar durante la ejecución a efectos de proponer soluciones eficaces y viables, en relación con el perfil de las empresas participantes.
- Procurar la menor perturbación de coactividades por trabajos de distintas empresas, colaborando en el adecuado plan de obras y planificación de la duración de las distintas fases de la obra para una mayor eficacia preventiva.
- Culminar su actuación redactando el estudio de seguridad y salud en base a las actuaciones tenidas durante la fase de trabajo, y en coherencia con las decisiones tomadas por proyectista y Promotor, procurando la aplicabilidad posterior de su contenido y la aceptación en la fase de ejecución de sus aspectos principales.
- Tener conocimientos técnicos, de comunicación y la experiencia adecuada a la competencia profesional exigible a los trabajos encomendados.
- Colaborar con el coordinador de seguridad y salud designado para la fase de ejecución, apartando los datos e información de su interés para el mejor cumplimiento de sus fines.

8.3.1.4.7. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Su presencia, es legalmente obligatoria cuando durante la ejecución van a participar más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o varios trabajadores autónomos.

Su función comienza con la aprobación del plan de seguridad y salud que se debe adaptar a la tecnología de las empresas participantes, teniendo en cuenta el contenido del estudio de seguridad y salud.

Durante la ejecución estará a disposición de la obra a fin de corregir o adaptar el contenido del plan de seguridad y salud a los requerimientos de las empresas participantes a adaptaciones surgidas durante la ejecución. En las reuniones de coordinación deberán intervenir todas las empresas participantes y las decisiones se tomarán por consenso evitando imponer métodos específicos a los que manifiestan su oposición argumentada. Los requisitos restrictivos deben estar en todo caso previamente incorporados en el momento que son procedentes que suele ser el contrato respectivo.

Las obligaciones impuestas al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra quedan reflejadas en el R.D. 1627/97 y aquellas otras que se consideran necesarias para su ejecución en las debidas condiciones de seguridad y salud:

- Conocer el Sistema de Gestión de la Prevención en la empresa según la política preventiva implantada.
- Coordinar que las empresas participantes no generen nuevos riesgos por la concurrencia de sus actividades en la obra.
- Analizar la coherencia entre obligaciones asumidas por las empresas y las cláusulas contractuales impuestas por el Promotor al contratista.
Entre ellas se encuentran el máximo escalonamiento para subcontratar, capacitación de los trabajadores, y otros que puedan estipularse. La no existencia de cláusulas significaría abandonar al coordinador a su suerte.
- Estudiar las propuestas que realicen las empresas participantes en relación con las incompatibilidades que afecten a otros su tecnología, procedimientos a métodos habituales, a fin de procurar la aplicación coherente y responsable de los principios de prevención de todos los que intervengan.

- Conocer a los Delegados de Prevención de la empresa o en su caso al Servicio de Prevención entorno a efecto del cumplimiento de las obligaciones que asumen.
- Coordinar las acciones de control que cada empresa realiza de sus propios métodos de trabajo, para que la implantación del plan de seguridad quede asegurada.
- Conocer la exigencia protocolizada de comunicación entre empresas y entre trabajadores y empresas, a fin de que se garantice la entrega de equipos de protección, instrucciones de uso, etc.
- Aprobar el plan de seguridad si es conforme a las directrices del estudio de Seguridad y Salud en el que deberá quedar reflejado las medidas adoptadas para que solo las personas autorizadas accedan a la obra.
- Facilitar y mantener bajo su poder el Libro de Incidencias facilitado por su Colegio profesional u Oficina de supervisión de trabajos u órgano equivalente, a efectos de que todos los que prevé el artículo 13 del Real Decreto puedan acceder a él durante el seguimiento y control que a cada una compete del plan de seguridad y salud de la obra.
- Remitir a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, las anotaciones hechas en el Libro de Incidencias en el plazo de 24 horas.

Para conseguir esta eficacia preventiva y por tanto, la coherencia documental de los pliegos de condiciones del trabajo y de este, y de los posteriores contractuales, para la elaboración del presente estudio de seguridad y salud, se han tenido en cuenta las actuaciones previas siguientes.

8.3.1.4.8. En general.

Voluntad real del Promotor para propiciar contrataciones adecuadas, con sujeción a las leyes económicas de mercado, pero impulsando que cada agente disponga de los medios adecuados para desarrollar su misión.

Que la oferta económica de las empresas constructoras que licitan, se realice con condiciones previamente establecidas basadas en la transparencia de lo exigible, sin sorpresas, claramente enunciadas, con vocación de exigir las con todo rigor estableciendo cláusulas penales de índole económica.

Competencia acreditada de los Técnicos contratados (conocimiento y experiencia). Mejora de las condiciones de trabajo, exigiendo capacitación y experiencia en las contrataciones a terceros (subcontratas) a fin de asegurar que los trabajadores estén capacitados para el desarrollo de cada tipo de trabajo, aplicando sanciones por incumplimientos vía contractual a su empresario.

8.3.1.4.9. Objetivos.

El presente pliego de condiciones particulares, es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer todas las obligaciones del Contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos con respecto a este estudio de seguridad y salud.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en determinados casos o exigir al Contratista que incorpore a su plan de seguridad y salud, aquellas que son propias de su sistema de construcción de esta obra.
- Concretar la calidad de la prevención e información útiles, elaboradas para los previsibles trabajos posteriores.

- Definir el sistema de evaluación de las alternativas o propuestas hechas por el plan de seguridad y salud, a la prevención contenida en este estudio de seguridad y salud.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar, con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Propiciar un determinado programa formativo-informativo en materia de Seguridad y Salud, que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.

Todo ello con el objetivo global de conseguir la realización de esta obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de este estudio de seguridad y salud, que no se reproducen por economía documental, pero que deben entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

8.3.2. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.

8.3.2.1. CONDICIONES GENERALES.

En la memoria de este estudio de seguridad y salud, para la construcción de:

Las Instalaciones de fontanería, saneamiento, pluviales, electricidad, iluminación, emergencias, contraincendios, instalación de A.C.S, instalación de calefacción por suelo radiante y apoyo energético mediante paneles solares térmicos, instalación geotérmica y la instalación de una caldera de biomasa para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos situado en la provincia de A Coruña en Ferrol, se enfrenta con el problema de definir los riesgos detectables analizando el trabajo y su construcción.

. El Contratista es el responsable de que, en la obra, cumplan todos ellos, con las siguientes condiciones generales:

- Las modificaciones que se realicen del presente estudio de seguridad y salud deberán ser aprobadas por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.
- Las posibles propuestas alternativas que se presenten en el plan de seguridad y salud, requieren para poder ser aprobadas, seriedad y una representación técnica de calidad en forma de planos de ejecución de obra.
- Las protecciones colectivas de esta obra estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje, según lo previsto en el plan de ejecución de obra.
- Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida, o si así se especifica en su apartado correspondiente dentro de este “pliego de condiciones técnicas y particulares de Seguridad y Salud”. Idéntico principio al descrito, se aplicará a los componentes de madera.
- Antes de ser necesario su uso, estarán en acopia real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación. El Contratista deberá velar para que su calidad se corresponda con la definida en el plan de Seguridad y Salud.
- Serán instaladas previamente al inicio de cualquier trabajo que requiere su montaje. Queda prohibida la iniciación de un trabajo o actividad que requiera protección colectiva, hasta que esta esté montada por completo en el ámbito del riesgo que la neutraliza o elimina.
- El Contratista queda obligado a incluir y suministrar en su plan de ejecución de obra. La fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas que se contienen en este estudio de seguridad y salud, siguiendo el esquema del plan de ejecución de obra que suministran incluido en los documentos idénticos citados.
- Serán desmontadas de inmediato, las protecciones colectivas en uso en las que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a

continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual. En cualquier caso, estas situaciones se evalúan como riesgo intolerable.

- Durante la realización de la obra, puede ser necesaria variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva prevista en el plan de seguridad y salud aprobado. Si ello supone variación al contenido del plan de seguridad y salud, los planos de seguridad y salud, para concretar exactamente la nueva disposición o forma de montaje. Estos planos deberán ser aprobados por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores del contratista, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de algún representante del promotor, visitas de las inspecciones de organismos oficiales o de invitados por diversas causas.
- El Contratista, en virtud de la legislación vigente, está obligado al montaje, mantenimiento en buen estado y retirada de la protección colectiva por sus medios o mediante subcontratación, respondiendo ante el promotor, según las cláusulas penalizadoras del contrato de adjudicación de obra y del pliego de condiciones idénticas y particulares del trabajo.
- El montaje y uso correcto de la protección colectiva definida en este estudio de seguridad y salud, es preferible al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en consecuencia, no se admitirá el cambio de uso de protección colectiva por el de equipos de protección individual.
- El Contratista, queda obligado a conservar en la posición de uso prevista y montada, las protecciones colectivas que fallen por cualquier causa, hasta que se realice la investigación necesaria por el Contratista, dado cuenta al

Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. En caso de fallo por accidente, se procederá según las normas legales vigentes, avisando además sin demora, inmediatamente, tras ocurrir los hechos, al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y al Director de Obra.

8.3.2.2. CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIÓN Y USO DE LAS PROTECCIONES COLECTIVAS.

Dentro del apartado correspondiente de cada protección colectiva, que se incluyen en los diversos apartados del texto siguiente, se especifican las condiciones técnicas de instalación y uso, junto con su calidad, definición técnica de la unidad y las normas de obligado cumplimiento que se han creado para que sean cumplidas por los trabajadores que deben montarlas, mantenerlas, cambiarlas de posición y retirarlas.

El Contratista recogerá obligatoriamente en su plan de seguridad y salud, las condiciones técnicas y demás especificaciones mencionadas en el apartado anterior. Si el plan de seguridad y salud presenta alternativas a estas previsiones, lo hará con idéntica composición y formato, para facilitar su comprensión y en su caso, su aprobación.

Condiciones técnicas específicas de cada una de las protecciones colectivas y normas de instalación y uso, junto con las normas de obligado cumplimiento para determinados trabajadores.

8.3.3. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

8.3.3.1. CONDICIONES GENERALES.

Como norma general, se han elegido equipos de protección individual ergonómicos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición

expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca “CE” según las normas EPI.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior tienen autorizado su uso durante su periodo de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.
- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia escrita en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.
- Las normas de utilización de los equipos de protección individual, se atenderán a lo previsto en la reglamentación vigente.

8.3.3.2. CONDICIONES TÉCNICAS ESPECÍFICAS DE CADA EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL, JUNTO CON LAS NORMAS PARA LA UTILIZACIÓN DE ESTOS EQUIPOS.

A continuación, se especifican los equipos de protección individual junto con las normas que hay que aplicar para su utilización.

- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual. Así mismo, se investigarán los abandonos de

estos equipos de protección, con el fin de razonar con los usuarios y hacerles ver la importancia que realmente tienen para ellos.

- Los equipos de protección individual, con las condiciones expresadas, han sido valorados según las fórmulas usuales de cálculo de consumos de equipos de protección individual, por consiguiente, se entienden todas las utilizables por el personal y mandos de cada contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos

8.3.4. SEÑALIZACIÓN DE LA OBRA.

8.3.4.1. SEÑALIZACIÓN DE RIESGOS EN EL TRABAJO.

Esta señalización cumplirá con el contenido del Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997, que no se reproduce por economía documental. Desarrolla los preceptos específicos sobre señalización de riesgos en el trabajo según la Ley 31 de 8 de noviembre de 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.

En las “literaturas” de las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada uno de las señales previstas para ser utilizadas en la obra.

Estos textos deben tenerse por transcritos a este pliego de condiciones técnicas y particulares, como normas de obligado cumplimiento.

8.3.4.1.1. Descripción técnica.

Serán nuevas a estrenar. Con el fin de economizar costos se eligen y valoran los modelos adhesivos en tres tamaños comercializados: pequeño, mediano y grande.

Señal de riesgos en el trabajo normalizada según el Real Decreto 485 de 1.977 de 14 de abril.

Con el fin de no aumentar innecesariamente el texto de este pliego de condiciones de seguridad y Salud, deben tenerse por transcritas en él, las literaturas de las mediciones referentes a la señalización de riesgos en el trabajo. Su reiteración es innecesaria.

8.3.4.1.2. Normas para el montaje de las señales.

- Está previsto el cambio de ubicación de cada señal mensualmente como mínimo para garantizar su máxima eficacia. Se pretende que por integración en el paisaje habitual de la obra no sea ignorada por los trabajadores.
- Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.
- Se instalarán en los lugares y a las distancias que se indican en los planos específicos de señalización.
- Se mantendrán permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice su eficacia.

8.3.4.1.3. Normas de seguridad de obligado cumplimiento por los montadores de la señalización vial.

Se hará entrega a los montadores de las señales del siguiente texto y firmarán el recibo de recepción, que estará archivado a disposición del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y en este caso, de la Autoridad Laboral.

La tarea que va a realizar es muy importante de su buen hacer depende que no existan accidentes en la obra. Considere que una señal es necesaria para avisar a sus compañeros de la existencia de algún riesgo, peligro o aviso necesario para esta integridad física.

No improvise el montaje. Estudie y replantee el lugar de señalización, según las normas de montaje correctas que se le suministran. Si por cualquier causa, observa que una o varias señales no quedan lo suficientemente visibles, no improvise, consulte con el Encargado de Seguridad o con el Coordinador de Seguridad y Salud, para que le den una solución eficaz, luego, póngala en práctica.

Avisé al Coordinador de Seguridad y Salud o al Encargado de Seguridad para que se cambie de inmediato el material usado o seriamente deteriorado. En este trabajo el material de seguridad se abona; se exige, por lo tanto, nuevo, a estrenar.

Considere que es usted quien corre los riesgos que anuncia la señal mientras la instala. Este montaje no puede realizarse a destajo.

Tenga siempre presente, que la señalización de riesgos en el trabajo se monta, mantiene y desmonta por lo general, con la obra en funcionamiento. Que el resto de los trabajadores no saben que se van a encontrar con usted y por consiguiente, que laboran confiadamente. Son acciones de alto riesgo. Extreme sus precauciones.

Para este trabajo y por su Seguridad, es obligatorio que use el siguiente listado de equipos de protección individual:

- Casco de seguridad para evitar los golpes en la cabeza.
- Ropa de trabajo, preferiblemente un "mono" con bolsillos cerrados por cremallera fabricado en algodón 100x100.
- Guantes de loneta y cuero, para protección contra los objetos abrasivos y pellizcos en las manos.
- Botas de seguridad para que le sujete los tobillos en los diversos movimientos que debe realizar y evitar los resbalones.
- Cinturón de seguridad, clase "C", que es el especial para que en caso de posible caída al vacío usted no sufra lesiones importantes.

- Debe saber que todos los equipos de protección individual que se le suministren deben tener la certificación impresa de la marca "CE", que garantiza el cumplimiento de la Norma Europea para esa protección individual.

Por último, desearle éxito sin accidentes en su tarea, convencidos de su apoyo a la seguridad y salud de esta obra.

8.3.5. DETECCIÓN DE RIESGOS HIGIÉNICOS Y MEDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS RIESGOS HIGIÉNICOS.

El contratista, está obligado a recoger en su plan de seguridad y salud en el trabajo y realizar a continuación, las mediciones técnicas de los riesgos higiénicos, bien directamente con un Servicio de Prevención acreditado propio o externo, o mediante la colaboración o contratación con unos laboratorios, mutuas patronales o empresas especializadas, con el fin de detectar y evaluar los riesgos higiénicos previstos o que pudieran detectarse, a lo largo de la realización de los trabajos; se definen como tales los siguientes:

- Nivel acústico de los trabajos y de su entorno.
- Identificación y evaluación de la presencia de disolventes orgánicos, (pinturas).

Estas mediciones y evaluaciones necesarias para definir las condiciones de higiene de la obra, se realizarán mediante el uso de los necesarios aparatos higiénicos especializado, manejado por personal cualificado.

Los informes de estado y evaluación serán entregados al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para su estudio y propuesta de decisiones.

8.3.6. SISTEMA APLICADOS PARA LA EVALUACIÓN Y DECISIÓN SOBRE LAS ALTERNATIVAS PROPUESTAS POR EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, para evaluar las alternativas propuestas por el Contratista en su plan de seguridad y salud, utilizará los siguientes criterios técnicos:

8.3.6.1. RESPECTO A LA PROTECCIÓN COLECTIVA.

- Montaje, mantenimiento, cambios de posición y retirada de una propuesta alternativa, no tendrá más riesgos o de mayor entidad, que los que tiene la solución de un riesgo decidida en este trabajo.
- La propuesta alternativa, no exigirá hacer un mayor número de maniobras que las exigidas por la que pretende sustituir; se considera que a mayor número de maniobras, mayor cantidad de riesgos.
- No puede ser sustituida por equipos de protección individual.
- No aumentará los costos económicos previstos.
- No implica un aumento del plazo de ejecución de obra.
- No será de calidad inferior a la prevista en este estudio de seguridad y salud.
- Las soluciones previstas en este estudio de seguridad, que están comercializadas con garantías de buen funcionamiento, no podrán ser sustituidas por otras de tipo artesanal, (fabricadas en taller o en la obra), salvo que estas se justifiquen mediante un cálculo expreso, su representación en planos técnicos y la firma de un técnico competente.

8.3.6.2. RESPECTO A LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

- Las propuestas alternativas no serán de inferior calidad a las previstas en este estudio de seguridad.
- No aumentarán los costos económicos previstos, salvo si se efectúa la presentación de una completa justificación técnica, que razone la necesidad de un aumento de la calidad decidida en este estudio de seguridad y salud.

8.3.6.3. RESPECTO A OTROS ASUNTOS.

- El plan de seguridad y salud, debe dar respuesta a todas las obligaciones contenidas en este estudio de seguridad y salud.
- El plan de seguridad y salud, dará respuesta a todos los apartados de la estructura de este estudio de seguridad y salud, con el fin de abreviar en todo lo posible, el tiempo necesario para realizar su análisis y proceder a los trámites de aprobación.
- El plan de seguridad y salud, suministrará el "plan de ejecución de la obra" que propone el Contratista como consecuencia de la oferta de adjudicación de la obra, conteniendo como mínimo, todos los datos que contiene el de este estudio de seguridad y salud.

8.3.7. LEGISLACIÓN APLICABLE A LA OBRA.

Debe entenderse transcrita toda la legislación laboral de España, que no se reproduce por economía documental. Es de obligado cumplimiento el Derecho Positivo del Estado y de sus Comunidades Autónomas aplicable a esta obra, porque el hecho de su transcripción o no es irrelevante para lograr su eficacia.

No obstante, se reproduce a modo de orientación lo siguiente:

- L.31/1995. Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 39/1997. Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 485/1997. Sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997. Sobre las normas mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 773/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de equipos de protección personal.

- R.D. 1215/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

8.3.7.1. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Esta figura de la prevención de riesgos, está regulada por la Ley 13/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en:

Artículo 36, competencias y facultades de los delegados de prevención y las relaciones reconocidas en este artículo con los artículos: 33; apartado 2 del artículo 38; apartado 4 del artículo 22; artículos 18, 23 y 40; apartado 3 del artículo 21, artículo 37 Garantías y sigilo profesional de los Delegados de Prevención y las relaciones reconocidas en este artículo con los artículos: letras a) y c) del número 2 del artículo 36 de La Ley 3 1/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales y apartado 2 del artículo 65 del Estatuto de los Trabajadores en cuanto al sigilo profesional debido respeto de las informaciones a que tuvieren acceso como consecuencia de su actuación en la empresa.

8.3.7.2. LEGISLACIÓN APLICABLE AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD.

Esta figura de la prevención de riesgos, está regulada por la Ley 13/1.995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en los artículos 38 y 39.

8.3.7.3. LEGISLACIÓN APLICABLE A LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Orden de 27 de junio de 1.997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, en relación con los condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas a entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de

auditoria del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas a privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales.

8.3.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS.

Es responsabilidad del Contratista, asegurarse de que todos los equipos, medios auxiliares y máquinas empleados en la obra, cumplen con los RRDD 1.215/1.997, 1.435/1.992 y 56/1.995. Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos de forma parcial, es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.

El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura contenidas en el manual de uso editado por su fabricante. A tal fin, y en aquellas circunstancias cuya seguridad dependa de las condiciones de instalación, los medios auxiliares, máquinas y equipos se someterán a una comprobación inicial y antes de su puesta en servicio por primera vez, así como a una nueva comprobación después de cada montaje en un lugar o emplazamiento diferente.

Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.

Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca "CE", el Contratista en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

El contratista adoptará las medidas necesarias para que los medios auxiliares, máquinas y equipos que se utilicen en la obra sean adecuados al tipo de trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de tal forma que quede garantizada la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido se tendrán en

cuenta los principios ergonómicos, especialmente en cuanto al diseño del puesto de trabajo y la posición de los trabajadores durante la utilización de los referidos medios auxiliares, máquinas y equipos.

8.3.9. CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES Y ÁREAS AUXILIARES DE EMPRESA.

8.3.9.1. INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES CON MÓDULOS PREFABRICADOS COMERCIALIZADOS METÁLICOS.

Estos servicios quedan resueltos mediante la instalación de módulos metálicos prefabricados comercializados en chapa emparedada con aislamiento térmico y acústico, montados sobre soleras ligeras de hormigón que garantizarán su estabilidad y buena nivelación. Los planos y las “literaturas” contenidos de las mediciones, aclaran las características técnicas que deben reunir estos módulos, su ubicación e instalación. Se considera unidad de obra de seguridad, su recepción, instalación, mantenimiento, retirada y demolición de la solera de cimentación.

8.3.9.1.1. Materiales.

Módulos metálicos comercializados en chapa metálica aislante pintada contra la corrosión, en las opciones de compra o de alquiler mensual. Se han previsto en la opción de alquiler mensual, conteniendo la distribución e instalaciones necesarias expresadas en el cuadro informativo. Dotados de la carpintería metálica necesaria para su ventilación, con acristalamiento doble en las ventanas, que a su vez estarán dotadas con hojas practicables de corredera sobre guías metálicas, cerradas mediante cerrojos de presión por mordaza simple.

Carpintería y puertas de paso formadas por cercos directos para mampara y hojas de paso de madera, sobre cuatro pernos metálicos. Las hojas de paso de los retretes y duchas, serán de las de tipo rasgado a 50 cm, sobre el pavimento, con cierre de manivela y cerrojillo. Las puertas de acceso poseerán cerraja a llave.

8.3.9.1.2. Instalaciones.

Módulos dotados de fábrica, de fontanería para agua caliente.

8.3.10. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS EN LA OBRA.

Esta obra, como la mayoría, está sujeta al riesgo de incendio, por consiguiente para evitarlos o extinguirlos, se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento:

- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se establece como método de extinción de incendios, el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110, aplicándose por extensión, la norma NBE CPI-96.
- En este estudio de seguridad y salud, se definen una serie de extintores aplicando las citadas normas. El Contratista respetará en su plan de seguridad y salud en el trabajo el nivel de prevención diseñado, pese a la libertad que se le otorga para modificarlo según la conveniencia de sus propios síntomas de construcción y de organización.

8.3.10.1. EXTINTORES DE INCENDIOS.

Definición técnica de la unidad:

- Calidad: los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar. Los extintores serán los conocidos con los códigos "A", "B" y los especiales para fuegos eléctricos. En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, quedan definidas todas sus características técnicas, que deben entenderse

incluidas en este pliego de condiciones técnicas y particulares y que no se reproducen por economía documental.

Lugares de esta obra en los que se instalarán los extintores de incendios:

- Vestuario y aseo del personal de la obra.
- Comedor del personal de la obra.
- Local de primeros auxilios.
- Oficinas de la obra, independientemente de que la empresa que las utilice sea contratista o subcontratista.
- Almacenes con productos o materiales inflamables.
- Cuadro general eléctrico.
- Cuadros de máquinas fijas de obra.
- Mesa de sierra circular para material cerámico (Edif. u OG.)
- Montacargas (Edit u OG.)
- Almacenes de material y talleres.
- Acopios especiales con riesgo de incendio. Está provista además, la existencia y utilización, de extintores móviles para trabajos de soldadura capaces de originar incendios.

8.3.10.2. MANTENIMIENTO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar al Contratista de la obra con una empresa acreditada para esta actividad.

8.3.10.3. NORMAS DE SEGURIDAD PARA LA INSTALACIÓN Y USO DE LOS EXTINTORES DE INCENDIOS.

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro, según las necesidades de extinción previstas.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor y en tamaño grande se instalarán una señal normalizada con la oportuna pictografía la palabra "EXTINTOR".
- Al lado de cada extintor, existirá un rótulo grande formado por caracteres negros sobre fondo amarillo, que mostrará la siguiente leyenda.

8.3.10.3.1. Normas para uso del extintor de incendios.

- En caso de incendio, descuelgue el extintor.
- Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento.
- Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted.
- Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlas o agotar el contenido.
- Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente que pueda.

8.3.11. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES.

Cada contratista o subcontratista, está legalmente obligado a formar a todo el personal a su cargo, en el método de trabajo seguro; de tal forma, que todos los trabajadores de esta obra, deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Independientemente de la formación que reciban de tipo convencional, está información específica se les dará por escrito, utilizando los textos que para este fin se incorporan a este pliego de condiciones técnicas y particulares.

8.3.11.1. CRONOGRAMA FORMATIVO.

A la vista del camino crítico plasmado en la memoria de este estudio de seguridad y salud, está prevista la realización de unos cursos de formación para los trabajadores, capaces de cubrir los siguientes objetivos generales:

- Divulgar los contenidos preventivos de este estudio de seguridad y salud, una vez convertido en plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, que incluirá el Plan de Prevención de la empresa.
- Comprender y aceptar la necesidad de aplicación.
- Crear entre los trabajadores un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Por lo expuesto, se establecen los siguientes criterios, para que sean desarrollados por el plan de seguridad y salud en el trabajo:

- El Contratista suministrará en el plan de seguridad y salud en el trabajo, las fechas en las que se impartirán los cursos de formación en la prevención de riesgos laborales, respetando los criterios que al respecto suministra este estudio de seguridad y salud, en los apartados de “normas de obligado cumplimiento”.

- El plan de seguridad y salud en el trabajo recogerá la obligación de comunicar a tiempo a los trabajadores, las normas de obligado cumplimiento y la obligación de firmar al margen del original del citado documento, el oportuno "recibí". Con esta acción se cumplen dos objetivos importantes, formar de manera inmediata y dejar constancia documental de que se ha efectuado esa formación.

8.3.12. MANTENIMIENTO, CAMBIOS DE POSICIÓN, REPARACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE LA PROTECCIÓN COLECTIVA Y DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

El Contratista propondrá al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, dentro de su plan de seguridad y salud, un "programa de evaluación" del grado de cumplimiento de lo dispuesto en el texto de este pliego de condiciones en materia de prevención de riesgos laborales, capaz de garantizar la existencia de la protección decidida en el lugar y tiempos previstos, su eficacia preventiva real y el mantenimiento, reparación y sustitución, en su caso, de todas las protecciones que se han decidido utilizar.

Este programa contendrá como mínimo:

- La metodología a seguir según el propio sistema de construcción del Contratista.
- La frecuencia de las observaciones o de los controles que va a realizar.
- Los itinerarios para las inspecciones planeadas.
- El personal que prevé utilizar en estas tareas.
- El informe análisis, de la evolución de los controles efectuados.

8.3.13. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

8.3.13.1. ACCIONES A SEGUIR.

El accidente laboral significa un fracaso de la prevención de riesgos por multitud de causas, entre las que destacan las de difícil o nulo control.

Por ello, es posible que pese a todo el esfuerzo desarrollado y nuestra intención preventiva, se produzca algún fracaso.

El Contratista queda obligado a recoger dentro de su plan de seguridad y salud en el trabajo los siguientes principios de socorro:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caída desde altura a distinto nivel y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia, se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican riesgo e incomodidad para el accidentado.
- El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo que componga, la infraestructura sanitaria propia, mancomunada o contratada con la que cuenta, para garantizar la atención correcta a los accidentados y su más cómoda y segura evacuación de esta obra.
- El Contratista comunicará, a través del plan de seguridad y salud en el trabajo que componga, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados, según sea su organización. El nombre y dirección del centro asistencial, que se suministra en este estudio de seguridad y salud, debe entenderse como provisional. Podrá ser cambiado por el Contratista adjudicatario.

- El Contratista queda obligado a instalar una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en el que se suministre a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.: este rótulo contendrá como mínimo los datos que aparecen a continuación, cuya realización material queda a la libre disposición del Contratista adjudicatario:

o En caso de accidente acudir a:

hospital más cercano es el Hospital Arquitecto Marcide en Ferrol.

- Teléfono del hospital: 981 33 40 00.

El Contratista instalará el rótulo precedente de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra, acceso a la obra en sí, en la oficina de obra, en el vestuario de aseo del personal, en el comedor y en tamaño hoja Din A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios. Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

8.3.13.2. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LAS POSIBLES EVACUACIONES DE ACCIDENTADOS.

El Contratista queda obligado a incluir en su plan de seguridad y salud, un itinerario recomendado para evacuar a los posibles accidentados, con el fin de evitar errores en situaciones límite que pudieran agravar las posibles lesiones del accidentado.

8.3.13.3. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

El Contratista queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen a continuación, que se consideran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia.

El Contratista incluirá, en su plan de seguridad y salud, la siguiente obligación de comunicación inmediata de los accidentes laborales.

8.3.13.3.1. Accidentes de tipo leve.

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

8.3.13.3.2. Accidentes de tipo grave.

- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Dirección Facultativa de la obra, de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

8.3.13.3.3. Accidentes mortales.

- Al juzgado de guardia, para que pueda procederse al levantamiento del cadáver y a las investigaciones judiciales.
- Al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.

- A la Dirección Facultativa de la obra, de forma inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral, en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

8.3.13.4. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL.

Con el fin de informar a la obra de sus obligaciones administrativas en caso de accidente laboral, el Contratista queda obligado a recoger en su plan de seguridad y salud una sincope de las actuaciones administrativas a las que está legalmente obligado.

8.3.13.5. MALETÍN BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS.

En la obra y en los lugares señalados en los planos, se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo, “mercurocromo” o “cristalina”; amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardíacos de urgencia y jeringuillas desechables. técnicas y particulares, y que no se reproducen por economía documental.

8.3.14. CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

El Contratista incluirá en su plan de seguridad y salud, el modelo del “parte de entrega de equipos de protección individual” que tenga por costumbre utilizar en sus obras. Si no lo posee deberá componerlo y presentarlo a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Número del parte.
- Identificación del Contratista.
- Empresa afectada por el control, sea contratista, subcontratista o un trabajador autónomo.
- Nombre del trabajador que recibe los equipos de protección individual.
- Oficio o empleo que desempeña.
- Categoría profesional
- Listado de los equipos de protección individual que recibe el trabajador.
- Firma del trabajador que recibe el equipo de protección individual.
- Firma y sello de la empresa.

Estos partes estarán confeccionados por duplicado. El original de ellos, quedará archivado en poder del Encargado de Seguridad y salud, la copia se entregará al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

8.3.15. PERFILES HUMANOS DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.

8.3.15.1. ENCARGADO DE SEGURIDAD Y SALUD.

En esta obra, con el fin de poder controlar día a día y puntualmente la prevención y protección decididas, es necesaria la existencia de un Encargado de Seguridad, que será contratado por el Contratista adjudicatario de la obra de ejecución de las instalaciones, con cargo a lo definido para ello, en las mediciones y presupuesto de este estudio de seguridad y salud.

Para distinguir esta figura que se proyecta y abona a través de las oportunas certificaciones al Contratista adjudicatario, este puesto de trabajo se denominara Encargado de Seguridad.

8.3.15.1.1. Perfil del puesto de trabajo de encargado de seguridad.

Auxiliar Técnico de obra, con capacidad de entender y transmitir los contenidos del plan de seguridad y salud. Con capacidad de dirigir a los trabajadores de seguridad y salud.

8.3.15.1.2. Funciones del encargado de seguridad en la obra:

La autoría de este estudio de seguridad y salud, considera necesaria la presencia continua en la obra de el Encargado de Seguridad que garantice con su labor cotidiana, los niveles de prevención plasmados en este estudio de seguridad y salud con las siguientes funciones técnicas, que se definen en el conjunto de riesgos y prevención detectados para la obra:

Optimización de las instalaciones de un edificio con sistema combinado solar – geotérmico

8.3.15.1.3. Funciones a realizar por el encargado de seguridad.

- Seguirá las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Informará puntualmente del estado de la prevención desarrollada al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Controlar y dirigir, siguiendo las instrucciones del plan que origine este estudio de seguridad y salud, el montaje, mantenimiento y retirada de las protecciones colectivas.
- Dirigir y coordinar la cuadrilla de seguridad y salud.
- Controlará las existencias y consumos de la prevención y protección decidida en el plan de seguridad y salud aprobado y entregar a los trabajadores y visitas los equipos de protección individual.
- Realizar las mediciones de las certificaciones de seguridad y salud, para la jefatura de obra.

8.3.16. NORMAS DE ACEPTACIÓN DE RESPONSABILIDADES DEL PERSONAL DE PREVENCIÓN.

- Las personas designadas lo serán con su expresa conformidad, una vez conocidas las responsabilidades y funciones que aceptan.
revestir de la autoridad necesaria a las personas, que por lo general no están acostumbradas a dar recomendaciones de prevención de riesgos laborales o no lo han hecho nunca. Se suministra a continuación para ello, un solo documento tipo, que el Contratista debe adaptar en su plan, a las figuras de:

Encargado de Seguridad y salud, cuadrilla de seguridad y para el Técnico de seguridad en su caso.

- o Nombre del puesto de trabajo de prevención.
 - o Fecha.
 - o Actividades que debe desempeñar.
 - o Nombre del interesado.
 - o Este puesto de trabajo, cuenta con todo el apoyo técnico, de la Dirección Facultativa; del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, junto con el de la jefatura de la obra y del encargado.
 - o Firmas: El Coordinador de Seguridad y salud durante la ejecución de la obra. El jefe de obra y o el encargado. Acepto el nombramiento, El interesado.
 - o Sello y firma del contratista.
- Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra, la primera copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la segunda copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

8.3.17. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por el voluntarismo mal entendido, la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implanta en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina o una determinada máquina herramienta.

8.3.17.1. DOCUMENTO DE AUTORIZACIÓN DE UTILIZACIÓN DE LAS MÁQUINAS Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA.

- El Contratista queda obligado a componer según su estilo el siguiente documento recogido en su plan de seguridad y ponerlo en práctica:

- o Fecha.
 - o Nombre del interesado que queda autorizado.
 - o Se le autoriza el uso de las siguientes máquinas por estar
 - o capacitado para ello.
 - o Lista de máquinas que puede usar.
 - o Firmas: El interesado. El jefe de obra y o el encargado.
 - o Sello del contratista.
- Estos documentos se firmarán por triplicado. El original quedar archivado en la oficina de la obra, la copia, se entregará firmada y sellada en original al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, la segunda copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

8.3.18. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.3.18.1. OBLIGACIONES LEGALES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTAS, CONTENIDAS EN EL ARTÍCULO 11 DEL RD 1.627/1997.

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- (RD. 1.627/1.997) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.

Principios de acción preventiva, artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.

- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g) Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h) Adoptar medidas que antepongan la producción colectiva a la individual. i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- (RD. 1.627/1.997) Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de Seguridad y Salud, al que se refiere el artículo 7.
 - (RD. 1.627/1.997) Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
 - (RD. 1.627/1.997) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de obra, y de la Dirección Facultativa.
 - (RD. 1.627/1.997) Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en el trabajo en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan,

en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

**8.3.18.2. EL APARTADO 2 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU
COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE**

La empresa principal responderá solidariamente con los contratistas y subcontratistas a que se refiere el apartado 3 del artículo 24 de esta ley del cumplimiento, durante el periodo de contrata, de las obligaciones impuestas por esta Ley en relación con los trabajadoras que ocupen en los centros de trabajo de la empresa principal, siempre que la infracción se haya producido en el centro de trabajo de dicho empresario principal.

En las relaciones de trabajo de las empresas de trabajo temporal, la empresa usuaria será responsable de la protección de materia de seguridad y salud en el trabajo en las términos del artículo 6 de la Ley 14/1994 de 1 de julio, por la que se regulan las empresas de trabajo temporal.

**8.3.18.3. EL APARTADO 3 DEL ARTÍCULO 42, RESPONSABILIDADES Y SU
COMPATIBILIDAD, DE LA LEY DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, DICE**

Las responsabilidades administrativas que se deriven del procedimiento sancionador serán compatibles con las indemnizaciones por los daños y perjuicios causados y de recargo de prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social que pueden ser fijadas por el órgano competente de conformidad en lo previsto en la normativa reguladora de dicho sistema.

Los contratistas y subcontratistas son responsables:

- De la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de Seguridad y Salud en lo relativo a ellos o a los trabajadores autónomos que contraten.
- Responsabilidad solidaria con referencia a las sanciones contenidas en el apartado 2 del Artículo 42 de la Ley 31/1995 de PRL.

Por último, el punto 3 del artículo 11, del RD. 1.627/1.997 expresa:

- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

8.3.18.4. OBLIGACIONES ESPECÍFICAS DEL CONTRATISTA CON RELACIÓN AL CONTENIDO DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad y salud en el trabajo cumpliendo con el articulado del Real Decreto: 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respeta el nivel de prevención definido en todos los documentos de este estudio de seguridad y salud para la obra: Optimización de las instalaciones de un edificio con sistema combinado solar – geotérmico . Requisito sin el cual no podría ser aprobado.
- Incorporar al plan de seguridad y salud, el plan de ejecución de la obra que piensa seguir incluyendo desglosadamente, las partidas de seguridad con el fin de que puedan realizarse a tiempo y de forma eficaz; para ello seguirá fielmente como modelo, el plan de ejecución de obra que se suministra en este estudio de seguridad y salud.
- Presentar el plan de seguridad a la aprobación del autor de este estudio de seguridad y Salud antes del comienzo de la obra. Realizar diligentemente cuantos ajustes fueran necesarios para que la aprobación pueda ser otorgada; y no comenzar la obra hasta que este trámite se haya concluido.
- El Plan de Seguridad y Salud aprobado, el Estudio de Seguridad y salud y el Plan de Prevención de todas las empresas, deberán estar en la obra, a disposición permanente de quienes intervengan en la ejecución de la misma,

así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma, los representantes de los trabajadores, la Dirección Facultativa y la Autoridad Laboral, para que en base al análisis de dichos documentos puedan presentar por escrito y de forma razonada según sus atribuciones, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas al Plan de Seguridad y salud en el trabajo.

- Notificar al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con quince días de antelación, la fecha en la que piensa comenzar los trabajos, con el fin de que pueda programar sus actividades y asistir a la firma del acta de replanteo, pues este documento, es el que pone en vigencia el contenido del plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado.
- En el caso de que pudiera existir alguna diferencia entre los presupuestos del estudio y los del plan de seguridad y salud en el trabajo que presente el Contratista, acordar las diferencias y darles la solución más oportuna, con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes de la firma del acta de replanteo.
- Transmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y trabajadores autónomos de la obra y hacerles cumplir con las condiciones y prevención en él expresadas.
- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en este pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Instalar a tiempo todas las protecciones colectivas definidas en el pliego de condiciones particulares definidas en el estudio de seguridad y salud y en el plan seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra, mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los

trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.

- Instalar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y salud aprobado, las “instalaciones provisionales para los trabajadores”. Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza, realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conocedor de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación a una empresa contratista, subcontratista o autónoma.
- Incluir en el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo un apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”, y cumplir fielmente con lo expresado.
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado “acciones a seguir en caso de accidente laboral”.
- Disponer en acopio de obra, antes de ser necesario su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este estudio de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.
- Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en la solución técnica preventiva, de los posibles imprevistos del trabajo o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Incluir en el plan de seguridad y salud, las medidas preventivas implantadas en su empresa y que son propias de su sistema de construcción. Estas, unidas a las que se suministran para el montaje de la protección colectiva y equipos, dentro de este pliego de condiciones y particulares, formarán conjunto de normas específicas de obligado cumplimiento en la obra. En el caso de no tener redactadas las citadas medidas preventivas a las que se hace mención, lo

comunicará por escrito al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, con el fin de que pueda orientarle en el método a seguir para su composición.

- Componer en el plan de seguridad y salud, una declaración formal de estar dispuesto a cumplir con estas obligaciones en particular y con la prevención y su nivel de calidad, contenidas en este estudio de seguridad y salud. Sin el cumplimiento de este requisito, no podrá ser otorgada la aprobación del plan de seguridad y salud en el trabajo.
- Componer el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Exigir a los subcontratistas y lograr su cumplimiento, para que compongan el análisis inicial de los riesgos tal como exige la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- A lo largo de la ejecución de la obra, realizar y dar cuenta de ello al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, el análisis permanente de riesgos al que como empresario está obligado por mandato de la Ley 31 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, con el fin de conocerlo y tomar las decisiones que sean oportunas.
- El contratista, así como los subcontratistas y los trabajadores autónomos que hayan de intervenir en la ejecución de la obra de las instalaciones a ejecutar para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos, en Ferrol, habrá de disponer de los medios humanos, técnicos y económicos necesarios para desempeñar correctamente con arreglo al trabajo, al presente estudio de Seguridad y salud y al contrato, los trabajos que respectivamente se hubiesen comprometido a realizar cada uno de ellos.
- El contratista y subcontratistas habrán de contar con los Servicios de prevención propia o ajena, que en función de sus características vengán exigidos para la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- El contratista se obliga a hacer constar en los contratos que formalice con los subcontratistas y trabajadores autónomos, las obligaciones en materia de seguridad y salud que a dichos subcontratistas y trabajadores autónomos les corresponden.
- La ejecución de las diferentes unidades de obra por parte del contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos se llevarán a cabo con arreglo a lo prescrito en el trabajo de ejecución, en este estudio de seguridad y salud y a las instrucciones recibidas del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, así como de la Dirección Facultativa de la misma.
- Es responsabilidad del contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos cumplir rigurosamente con los principios preventivos en materia de seguridad y salud que vienen establecidos en la legislación vigente y con las prescripciones que figuren en el plan de seguridad y salud en el trabajo en el trabajo que se apruebe en su momento antes del comienzo de la obra.
- Los medios humanos de que se dispongan en la obra para el contratista, subcontratistas, así como los trabajadores autónomos que intervengan en la ejecución de la obra habrán de poseer las calificaciones necesarias a los cometidos cuyo desempeño les encomienden o asuman.
- Es obligación del contratista facilitar a su personal la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica que concierne a las funciones que cada uno desarrolle, y que en todo caso serán acordes tanto a la calificación que individualmente se posea como a las condiciones síquicas y físicas del propio trabajador.
- El contratista o el titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos que desarrollen actividades en la obra reciban la información y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en dicha obra y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las

medidas de emergencia a aplicar, para su traslado, en su caso, a los respectivos trabajadores.

8.3.18.5. OBLIGACIONES LEGALES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- (RD. 1.627/1.997) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.

Principios de acción preventiva, artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- a) Evitar los riesgos.
 - b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
 - c) Combatir los riesgos en su origen.
 - d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y métodos de trabajo y de producción con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo con la salud.
 - e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
 - g) Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
 - h) Adoptar medidas que antepongan la producción colectiva a la individual.
 - i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- (RD. 1.627/1.997) Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, (L.627/L.997) durante la ejecución de la obra.

- (RD. 1.627/1.997) Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Artículo 29 apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales dice: Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por las de aquellas otras personas a las que pueda afectar una actividad profesional, a causa de sus actos u omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a una formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las maquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualquier otro medio con el que desarrollar su actividad.
- Utilizar correctamente los medios por equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de este.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en lugares de trabajo en los que esta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio entrañe por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

- Cooperar con el empresario para que este pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus reglamentos de Régimen interno.

- (RD. 1.627/1.997). Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular de cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

El artículo 24 de La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, dice:

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollan actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre previsión de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus respectivos trabajadores en los términos previstos en el apartado 1 del artículo 18 de esta Ley.

El apartado 1 del artículo 18 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:

A fin de dar cumplimiento al deber de protección establecido en la presente Ley, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas adoptadas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 de esta Ley.

En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, la información a la que se refiere el presente apartado se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informar directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

Para Comprender el alcance del apartado C, el artículo 20, medidas de emergencia de la

Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha

contra incendios y evacuación de los trabajadores designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento. El citado personal deberá poseer la formación necesaria, ser suficiente en número y disponer del material adecuado en función de las circunstancias antes señaladas. Para la aplicación de las medidas adoptadas, el empresario deberá organizar las relaciones que sean necesarias con los servicios externos a la empresa, en particular en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento, y lucha contra incendios, de forma que quede garantizada la rapidez y eficacia de las mismas.

Prosigue el artículo 24 de la Ley de prevención de Riesgos Laborales:

El empresario titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo reciban la formación y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores.

Las empresas que contraten a subcontraten con otras la realización de obras a servicios correspondientes a la propia actividad de aquellas y que se desarrollan en sus propios centros de trabajo deberán vigilar el cumplimiento por dichos contratistas y subcontratistas de la normativa de prevención de riesgos laborales.

Las obligaciones consignadas en el último párrafo del apartado 1 del artículo 41 de esta Ley serán también de aplicación, respecto a las operaciones contratadas, en los supuestos en que los trabajadores de la empresa contratista a subcontratista no presten servicios en los centros de trabajo de la empresa principal, siempre que tales trabajadores deban operar con maquinaria, equipos, productos, materias primas a útiles proporcionados por la empresa principal.

El último párrafo del apartado 1 del artículo 41 de 1 Ley de Prevención de Riesgos laborales dice:

Los fabricantes importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios, y estos recabar de aquellos, la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas, y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, así como para que los empresarios puedan cumplir con sus obligaciones de información respecto a los trabajadores.

Prosigue el artículo 24 de la Ley de prevención de Riesgos laborales:

Los deberes de cooperación y de información e instrucción recogidos en los apartados 1 y 2 (de este artículo), serán de aplicación respecto de los trabajadores autónomos que desarrollen actividades en dichos centros de trabajos.

- (RD. 1.627/1.997) Utilizar los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las
- disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de equipos de trabajo. (Máquinas y similares)
- (RD. 1.627/1.997) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización para los trabajadores de equipos de protección individual.
- (RD. 1.627/1.997) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- (RD. 1.627/1.997) Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud en el trabajo.

8.3.19. NORMAS DE MEDICIÓN, VALORACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD.

8.3.19.1. MEDICIONES.

8.3.19.1.1. Forma de medición.

Las mediciones de los componentes y equipos de seguridad serán realizados en la obra mediante la aplicación de las unidades físicas y patrones, que las definen, es decir: (m²), (m³), (l), (Und) y (h). No se admitirán otros supuestos.

La medición de los equipos de protección individual utilizados, se realizará mediante el análisis de la veracidad de las partes de entrega definidas en este pliego de

condiciones técnicas y particulares, junto con el control del acopio de los equipos retirados por uso caducidad o rotura.

La medición de la protección colectiva puesta en obra será realizada o supervisada por el Coordinador en materia de seguridad y salud, aplicando los criterios de medición común para las partidas de construcción, siguiendo los criterios contenidos en el capítulo de mediciones de este estudio de seguridad y salud.

No se admitirá las mediciones de protecciones colectivas, equipos y componentes de seguridad, de calidades inferiores a las definidas en este pliego de condiciones.

Los errores de mediciones del estudio de seguridad y salud se justificarán ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

8.3.19.2. VALORACIONES ECONÓMICAS.

8.3.19.2.1. Valoraciones.

Las valoraciones económicas del plan de seguridad y salud en el trabajo no podrán implicar disminución del importe total del estudio de seguridad adjudicado, según expresa el RD. 1.627/1.997 en su artículo 7, punto 1, segundo párrafo.

8.3.19.2.2. Valoraciones de unidades de obra no contenidas o que son erróneas, en este estudio de seguridad y salud.

Los errores presupuestarios, se justificarán ante el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

8.3.19.2.3. Precios contradictorios.

Los precios contradictorios se resolverán mediante la negociación con el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

8.3.19.2.4. Abono de partidas alzadas.

Las partidas alzadas serán justificadas mediante medición en colaboración con el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y se procederá conforme a las normas establecidas para las liquidaciones de obra.

8.3.19.2.5. Relaciones valoradas.

La seguridad ejecutada en la obra se presentará en forma de relación valorada, compuesta de mediciones totalizadas de cada una de las partidas presupuestarias, multiplicadas por su correspondiente precio unitario, seguida del resumen de presupuesto por artículos. Todo ello dentro de las relaciones valoradas del resto de capítulos de la obra.

8.3.19.2.6. Certificaciones.

Se realizará una certificación mensual, que será presentada al promotor, para su abono, según lo pactado en el contrato de adjudicación de obra. La certificación del presupuesto de seguridad de la obra de las instalaciones a ejecutar para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos en Ferrol, está sujeta a las normas de certificación, que deben aplicarse al resto de las partidas presupuestarias del trabajo de ejecución, según el contrato de construcción firmado entre la Propiedad y el Contratista. Estas partidas a las que nos referimos, son parte integrante del trabajo de ejecución por definición expresa de la legislación vigente.

8.3.19.2.7. Revisión de precios.

Se aplicará las normas establecidas en el contrato de adjudicación de obra.

8.3.19.2.8. Prevención contratada por administración.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, controlará la puesta real en obra de las protecciones contratadas por administración, mediante medición y valoración unitaria expresa, que se incorporará a la certificación mensual en las condiciones expresadas en el apartado certificaciones de este pliego de condiciones particulares.

8.3.20. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS.

8.3.20.1. TRATAMIENTO DE RESIDUOS.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, identificará en colaboración con el contratista, subcontratistas y trabajadores autónomos, en las evaluaciones de riesgos sobre la marcha del plan de seguridad y salud los derivados de la evacuación de los residuos corrientes de la construcción, escombros. En el plan de seguridad y salud en el trabajo de esta obra, se recogerán los métodos de eliminación de residuos. En cualquier caso, se cumplirá con las condiciones siguientes de eliminación de residuos:

Escombros en general, se evacuará mediante trompas de vertido de continuidad total sin fugas; las trompas, descargarán sobre contenedor; la boca de la trompa, estará unida al contenedor mediante una lona que abrazando la boca de salida, cubra toda la superficie del contenedor.

Escombros derramados, se evacuará mediante apilado con cargadora de media capacidad, con carga posterior a camión de transporte al vertedero.

Escombros sobre camión de transporte al vertedero, se cubrirá con una lona contra los derrames y polvo.

8.3.21. NORMAS Y CONDICIONES TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS.

8.3.21.1. MATERIALES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS EXISTENTES EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

Cuando se identifique la existencia de materiales peligrosos, estos deberán ser evitados siempre que sea posible. Los contratistas evaluarán adecuadamente los riesgos y adoptarán las medidas necesarias al realizar las obras. Si se descubriesen materiales peligrosos inesperados, el contratista, subcontratista o trabajadores autónomos informarán al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que procederá según la legislación vigente específica para cada material peligroso identificado.

8.3.22. EL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD.

El plan de seguridad y salud en el trabajo será compuesto por el Contratista adjudicatario cumpliendo los siguientes requisitos: si incumple alguno de ellos, la aprobación del plan de seguridad y salud en el trabajo no podrá ser otorgada:

- Cumplirá las especificaciones del Real Decreto L.62711.997 y concordantes confeccionándolo antes de la firma del acta de replanteo que se entiende como el único documento que certifica el comienzo real de la obra. Siendo requisito indispensable, el que se pueda aprobar antes de proceder a la firma de la citada acta, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y que recogerá expresamente el cumplimiento de tal circunstancia.
- Respetará escrupulosamente el contenido de todos los documentos integrantes de este estudio de seguridad y salud, limitándose a realizar la adaptación a la tecnología de construcción que es propia del Contratista adjudicatario, analizando y completando todo aquello que crea menester para lograr el cumplimiento de los objetivos contenidos en este estudio de seguridad salud. Además está obligado a suministrar, los documentos definiciones que en él se le exigen, especialmente el plan de ejecución de obra, conteniendo de forma

desglosada las partidas de seguridad y salud. Para ello, tomará como modelo de mínimos el plan de ejecución de obra que se incluye en este estudio de seguridad y salud para la obra: de las instalaciones a ejecutar para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos en Ferrol.

- Se ajustará al máximo posible a la estructura de este estudio, facilitándose con ello tanto la reducción del Plan de Seguridad y salud como su análisis para la aprobación y seguimiento durante la ejecución de la obra.
- Suministrará planos de calidad técnica, planos de ejecución de obra con los detalles oportunos para su mejor comprensión.
- No contener croquis de los llamados "fichas de seguridad" de tipo genérico, de tipo publicitario, de tipo humorístico o de los denominados de divulgación, salvo si los incluye en una separata formativa informativa para los trabajadores totalmente separada del cuerpo documental del plan de seguridad y salud. En cualquier caso, estos croquis aludidos, no tendrán la categoría de planos de seguridad y en consecuencia, nunca se aceptarán como sustitutivos de ellos.
- No podrá ser sustituido por ningún otro tipo de documento, que no se ajuste a lo especificado en los apartados anteriores.
- El Contratista adjudicatario estará identificado en cada página y en cada plano del plan de seguridad y salud. Las páginas estarán además numeradas unitariamente y en el índice de cada documento.
- El nombre de la obra que previene, aparecerá en el pie de cada página y en el cajetín identificativo de cada plano.
- Se presentará encuadernado a tamaño DIN A4, con anillas, tornillos, "gusanillo de plástico" o con alambre continuo.
- Todos sus documentos: memoria, pliego de condiciones técnicas y particulares, mediciones y presupuesto, estarán señalados en su última página con el

sello oficial del contratista adjudicataria de la obra. Los planos, tendrán impreso el sello mencionado en su cajetín identificativo o carátula.

8.3.23. LIBRO DE INCIDENCIAS.

Lo suministrará a la obra la Propiedad en las obras oficiales.

Se utilizará según lo especificado en el artículo 13 del citado Real Decreto 1.627/1.997. Se facilitará por el Colegio profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y salud o por la oficina de supervisión de trabajos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas, tal y como se recoge en el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

El Libro de incidencias deberá estar siempre en la obra a disposición de quién establece el artículo 13, apartado 3 del RD 1627/1997.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador de Seguridad durante la ejecución de la obra o en su caso la Dirección Facultativa, están obligados a remitir

en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia que se realiza la obra.

Igualmente se deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

8.3.24. LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.

Las reuniones de coordinación serán apoyadas por el libro de Registro de Prevención y Coordinación, en uso por el Coordinador de Seguridad y Salud desde la fase de elaboración del trabajo. Su uso es a los exclusivos efectos de tomar razón de los acuerdos que se tomen y otros de interés.

No tiene función de denuncia para lo que se utiliza el libro de incidencias.

8.3.24.1. UTILIZACIÓN DEL LIBRO DE REGISTRO DE PREVENCIÓN Y COORDINACIÓN.

Número de reuniones de coordinación de Seguridad y Salud realizadas, seguidas de sus fechas.

Se ha utilizado el libro de registro de prevención y coordinación.

Relación de los aspectos más importantes tratados y los resultados en las reuniones habidas durante la elaboración del trabajo.

Alternativas propuestas por los Coordinadores de Seguridad y Salud que han sido tomadas en consideración durante la elaboración del trabajo.

8.3.25. CLÁUSULAS PENALIZADORAS.

8.3.25.1. RESCISIÓN DEL CONTRATO.

El incumplimiento continuo de la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado, es causa suficiente para la rescisión del contrato con cualquiera de las empresas intervinientes en esta obra.

A tal efecto, y en su caso, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, elaborará un informe detallado de las causas que le obligan a proponer la rescisión del contrato, que elevará ante el Promotor, para que obre en consecuencia.

8.3.26. CLÁUSULAS CONTRACTUALES APLICABLES A EMPRESAS SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

8.3.26.1. EMPRESAS SUBCONTRATISTAS.

Se entiende por subcontratista la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra con sujeción al trabajo y al contrato.

Por trabajo se entiende el trabajo de ejecución de la obra visado por el Colegio Profesional correspondiente y que deberá contar con el estudio de seguridad y salud. Debe entenderse por contrato el establecido por el contratista con el Promotor o propietario de la obra para llevar a cabo la construcción, total o parcial, de aquella, así como el contrato que ha de formalizarse entre contratista y subcontratista.

El subcontratista, sea persona física o jurídica, habrá de disponer de los medios humanos, técnicos y económicos adecuados para desempeñar correctamente, con arreglo al trabajo, al contrato de obra y al contrato regulador de la parte de la obra o de las instalaciones subcontratadas, los trabajos que han de desempeñar.

Es obligación del subcontratista facilitar a su personal la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica que corresponda a las funciones que cada trabajador desempeñe, y que en todo caso serán acordes, tanto a la cualificación que individualmente posean aquellos como a las condiciones psicofísicas del propio trabajador.

8.3.26.2. TRABAJADORES AUTÓNOMOS.

Se entiende por trabajador autónomo la persona física distinta del contratista y del subcontratista que realiza de forma personal y directa una actividad profesional en la obra, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume ante el Promotor o propietario de la obra, el contratista o el subcontratista, el compromiso formalizado contractualmente de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al trabajo y al contrato.

Por trabajo se entiende el trabajo de ejecución de la obra visado por el Colegio Profesional correspondiente y que deberá contar con el estudio de seguridad y salud. Debe entenderse por contrato el establecido para el trabajador autónomo con quién encarga sus servicios, sea este el Promotor o propietario de la obra, el contratista o subcontratista.

El trabajador autónomo habrá de disponer de los medios técnicos y económicos adecuados para desempeñar correctamente, con arreglo al trabajo, al contrato de obra y a su propio contrato regulador los trabajos que haya de desempeñar.

El trabajador autónomo tendrá las cualidades adecuadas a los cometidos cuyo desempeño asume, debiendo poseer la información necesaria en materia de seguridad y salud, tanto de carácter general como la específica que corresponda a las funciones que realice, que en todo caso serán acordes, tanto a la calificación que posea como a sus condiciones psíquicas y físicas.

8.3.27. FACULTADES DE LOS TÉCNICOS FACULTATIVOS.

La Dirección Facultativa de la obra de las instalaciones a ejecutar para un edificio que consta de 18 viviendas unifamiliares, un local comercial y dos sótanos en Ferrol, está compuesta por los técnicos reseñados en este estudio de seguridad y salud. Realizarán las funciones según las atribuciones reconocidas legalmente para las profesiones respectivas.

El Coordinador en materia de seguridad y salud, se integrará en la dirección facultativa.

8.3.27.1. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DE ESTE ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.

La interpretación de los documentos de este estudio de seguridad y salud, es competencia exclusiva del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y de la Dirección Facultativa, en su caso.

8.3.27.2. INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO APROBADO.

La interpretación de los documentos del plan de seguridad y salud en el trabajo aprobado, es competencia exclusiva del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en colaboración estrecha con el resto de

componentes de la Dirección Facultativa, que debe tener en consideración sus opiniones, decisiones e informes.

8.3.28. AVISO PREVIO.

Antes del comienzo de La obra, el Promotor deberá efectuar un aviso previo a la autoridad laboral competente. Este aviso previo se redactará con arreglo a lo dispuesto en el anexo III del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

8.3.29. PREVISIÓN DE PRESENCIAS DEL COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD, PARA APOYO Y ASESORAMIENTO VOLUNTARIO AL COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD DE LA OBRA.

El Coordinador en materia de seguridad y salud, declara su voluntad de apoyo a las labores del Comité de Seguridad y Salud de La obra, y que está dispuesto a prestarle todo su apoyo técnico si él se lo solicita, para lo que sugiere la posibilidad de ser enviada a sus reuniones con voz pero sin voto.

El Contratista adjudicatario, queda obligado a recoger el párrafo anterior en el texto de su plan de seguridad y salud.

8.4. ANEXO.

8.4.1. CABLES FIJADORES PARA CINTURONES DE SEGURIDAD.

8.4.1.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Cables fijadores para cinturones de seguridad, fabricados en acero torcido con un diámetro de 5 mm., incluso parte proporcional de aprietos atornillados de acero para formación de lazos, montaje mantenimiento y retirada.

8.4.1.2. CALIDAD.

El material a emplear será nuevo, a estrenar.

8.4.1.3. CABLES.

Cables de hilos de acero fabricado por torsión con un diámetro de 10 mm., con una resistencia a la tracción de 1.000 kg.

8.4.1.4. LAZOS.

Se formarán mediante casquillos electrofijados protegidos interiormente con guardacabos.

Si en alguna ocasión, deben formarse mediante el sistema tradicional de tres aprietes, el lazo se formará justo en la amplitud de los guardacabos.

8.4.1.5. GANCHOS.

Fabricados en acero timbrado para 2.000 Kg., instalados en los lazos con guardacabos del cable para su instalación rápida en los anclajes de seguridad.

8.4.1.6. DISPOSICIÓN EN OBRA.

El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra, y en colaboración con el coordinador en, materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las nuevas solicitudes de prevención que surjan.

8.4.2. ANCLAJES ESPECIALES PARA AMARRE DE CINTURONES DE SEGURIDAD.

8.4.2.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Anclajes especiales para amarre de cinturones de seguridad fabricados en acero corrugado doblado en frío y recibidos a la estructura.

8.4.2.2. CALIDAD.

El material a emplear será nuevo, a estrenar.

8.4.2.3. ANCLAJES.

Fabricados en acero corrugado de 12 mm. de diámetro, doblado en frío y recibidos a la estructura.

8.4.2.4. DISPOSICIÓN EN OBRA.

El plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra en colaboración con el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las diversas solicitudes de prevención que surjan.

8.4.3. BOTAS DE PVC., IMPERMEABLES.

8.4.3.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de par de botas de seguridad, fabricadas en PVC, o goma, de media caña. Comercializadas en varias tallas, con talón y empeine reforzado. Forrada en loneta de algodón resistente, con plantilla contra el sudor. Suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.3.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

Todos aquellos trabajadores que deban caminar o estar sobre suelos embarrados, mojados o inundados. También se utilizarán por idénticas circunstancias, en días lluviosos.

8.4.3.3. ÁMBITO DE OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En toda la extensión de la obra, especialmente con suelo mojado. Están obligados a la utilización de botas de PVC, impermeables. Enlucidores.

- Escayolistas, cuando fabriquen escayolas.
- Peones ordinarios de ayuda que deban realizar su trabajo en el ambiente descrito.
- Personal directivo, mandos intermedios, Dirección Facultativa y personas de visita, si deben caminar por terrenos embarrados, superficies encharcadas o inundadas.

8.4.4. BOTAS DE SEGURIDAD EN LONETA REFORZADA Y SERRAJE CON SUELA DE GOMA O PVC.

8.4.4.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de par de botas de seguridad contra los riesgos de aplastamiento o de pinchazos en los pies. Comercializadas en varias tallas. Fabricadas con serraje de piel y loneta reforzada contra los desgarros. Dotadas de puntera metálica pintada contra la corrosión, plantillas de acera inoxidable forradas contra el sudor, suela de goma contra los deslizamientos, con talón reforzado. Ajustables mediante cordones. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.4.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Las botas de seguridad cumplirán las siguientes normas UNE: UNE.EN 344/93 + ERRATUM/94 y 2/95 + AL/97.

UNE.EN 345/93 + A1797. UNE.EN 345-2/96. UNE.EN 346/93 + A 1197. UNE.EN 346-2/96. UNE.EN 347/93 + AI/97. UNE.EN 347-2/96.

8.4.4.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En la realización de cualquier trabajo con riesgo de recibir golpes o aplastamientos en los pies y pisar objetos cortantes a punzantes.

Toda la superficie del solar y obra en presencia del riesgo de golpes, aplastamientos en los pies o pisadas sobre objetos punzantes o cortantes.

Trabajas en talleres. Carga y descarga de materiales y componentes.

Los que están obligados específicamente a la utilización de las botas de seguridad de loneta reforzada y serraje con suela de goma o PVC:

- En general, todo el personal de la obra cuando existan los riesgos descritos en el apartado anterior.
- Oficiales, o ayudantes y peones que manejen, conformen o monten ferralla.
- El encargado, los capataces, personal de mediciones, encargado de seguridad, Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, Dirección Facultativa y visitas, durante las fases descritas.
- Los peones que efectúen las tareas de carga, descarga y descombro durante toda la duración de la obra.

8.4.5. CASCOS AURICULARES PROTECTORES AUDITIVOS.

8.4.5.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de cascos auriculares protectores auditivos amortiguadores de ruido para ambas orejas. Fabricados con casquetes auriculares ajustables con almohadillas recambiables para uso optativo con o sin el casco de seguridad. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.5.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los cascos auriculares protectores auditivos cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE-EN 352-1/94.

- UNE.EN 352-2/94.
- UNE.EN 352-3/94.

8.4.5.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En la realización o trabajando en presencia de un ruido cuya presión sea igual o superior a 80 dB., medidos con sonómetro en la escala "A".

El ámbito de obligación de su utilización es en toda la obra y solar, en consecuencia, de la ubicación del punto productor del ruido del que se protege.

Los que están obligados a la utilización de los cascos auriculares protectores auditivos.

- Personal, con independencia de su categoría profesional, que ponga en servicio y desconecte los compresores y generadores eléctricos.
- Capataz de control de este tipo de trabajos.
- Peones que manejen martillos neumáticos, en trabajos habituales o puntuales.
- Cualquier trabajador que labore en la proximidad de un punto de producción de ruido intensa.
- Personal de replanteo o de mediciones, jefatura de obra; Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra; Dirección Facultativa: visitas e inspecciones cuando deban penetrar en áreas con alto nivel acústico.

8.4.6. CASCO DE SEGURIDAD, CONTRA GOLPES EN LA CABEZA.

8.4.6.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de casco de seguridad contra golpes en la cabeza, con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal; ajustable a la nuca, de tal forma que se impide la caída accidental del casco. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.6.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los cascos de seguridad cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 397/95 + ERRATUM/96.
- UNE.EN 966/95 + ERRATUM/96.

8.4.7. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

Durante toda la realización de la obra y en todos los lugares, con excepción del: interior de talleres, instalaciones provisionales para los trabajadores, oficinas y en el interior de cabinas de maquinaria y siempre que no existan riesgos para la cabeza.

El ámbito de obligación de su utilización es desde el momento de entrar en la obra, durante toda la estancia en ella, dentro de los lugares con riesgos para la cabeza.

Los que están obligados a la utilización de la protección del casco de seguridad.

- Todo el personal en general contratado por el contratista, por los subcontratistas y los autónomos si los hubiese. Se exceptúa, por carecer de riesgo evidente y sólo “en obra en fase de terminación”, a los pintores y personal que remate la obra.
- Todo el personal de oficinas sin exclusión, cuando accedan a los lugares de trabajo.
- Jefatura de Obra y cadena de mando de todas las empresas participantes.

- Coordinación de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, Dirección Facultativa, representantes y visitantes invitados por la Propiedad.
- Cualquier visita de inspección de un organismo oficial o de representantes de casas comerciales para la venta de artículos.

8.4.8. CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN.

8.4.8.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de cinturón de seguridad de sujeción para trabajos estáticos, que no requieren desplazamientos. Formado por faja dotada de hebilla de cierre, argolla en "D" de cuelgue en acero estampado. Cuerda fijadora de un m., de longitud y mosquetón de anclaje en acero. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.8.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los cinturones de seguridad de sujeción, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 358/93.
- UNE.EN 361/93.

8.4.8.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En la realización de todo tipo de trabajos estáticos con riesgo de caída desde altura, contenidos en el análisis de riesgos de la memoria.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punto de la obra en la que deba realizarse un trabajo estático con riesgo de caída de altura.

Los que están obligados a la utilización del cinturón de seguridad, clase "A", tipo "1". Oficiales, ayudantes y peonaje de ayuda que realicen trabajos estáticos en puntos con riesgo de caída desde altura, (ajustes, remates y similares).

8.4.9. CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.

8.4.9.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de cinturón portaherramientas formado por faja con hebilla de cierre, dotada de balsa de cuero y aros tipo canana con pasador de inmovilización, para colgar hasta 4 herramientas. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.9.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En la realización de cualquier trabajo fuera de talleres que requieran un mínimo de herramientas y elementos auxiliares.

El ámbito de obligación de su utilización en toda la obra.

Los que están obligados a la utilización del cinturón portaherramientas.

- Oficiales y ayudantes ferrallistas.
- Oficiales y ayudantes carpinteros.
- Oficiales y ayudantes de carpinterías de madera o metálica.
- Instaladores en general.

8.4.10. FAJA DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRESFUERZOS.

8.4.10.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de faja de protección contra sobre esfuerzos, para la protección de la zona lumbar del cuerpo humano. Fabricada en cuero y material sintético ligero.

Ajustable en la parte delantera mediante hebillas. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.10.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

Para todos los trabajos de carga, descarga y transporte a hombro de objetos pesados y todos aquellos otros sujetos al riesgo de sobre esfuerzo según el “análisis de riesgos” contenido en la “memoria”.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punto de la obra en el que se realicen trabajos de carga, transporte a hombro y descarga.

Los que están obligados a la utilización de la faja de protección contra sobre esfuerzos.

- Peones en general, que realicen trabajos de ayudantía en los que deban transportar cargas.
- Peones dedicados a labores de carga, transporte a brazo y descarga de objetos.

8.4.11. FILTRO PARA RADIACIONES DE ARCO VOLTAICO, PANTALLAS DE SOLDADOR.

8.4.11.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de filtro óptico de seguridad contra las radiaciones y chispas de soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, para recambio de las ópticas filtrantes de las pantallas de soldador. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.11.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los filtro para radiaciones de arco voltaico, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 169/93.
- UNE.EN 169/92.
- UNE.EN 170/93.
- UNE.EN 161/93.
- UNE.EN 379/94.

8.4.11.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En todas las situaciones provocadas por rotura u opacidad de los oculares filtrantes de las pantallas de soldador.

Del cambio de filtro se dará cuenta documental al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso, a la Dirección Facultativa, independientemente de que la filiación profesional del trabajador sea en empresa contratista, subcontratista o autónomo.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier trabajo de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte, que deba realizarse en el ámbito de la obra, independientemente del sistema de contratación utilizado.

Los que están obligados a la utilización del filtro para radiaciones de arco voltaico, pantallas de soldador.

- Discrecionalmente los oficiales y ayudantes de soldadura, que utilicen la pantalla de protección contra las radiaciones del arco voltaico o del oxicorte, independientemente de su diseño operativo.
- Los peones ordinarios de ayuda a las tareas de soldaduras eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte que utilicen pantallas de protección contra las descritas.

8.4.12. FILTRO MECÁNICO PARA MASCARILLA CONTRA EL POLVO.

8.4.12.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de filtro para recambio de las mascarillas contra el polvo, con una retención de partículas superior al 98 %. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.12.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En cualquier trabajo a realizar en atmósferas saturadas de polvo o con producción de polvo, en el que están indicado el cambio de filtro por rotura o saturación. Del cambio se dará cuenta documental al coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso, a la Dirección Facultativa.

El ámbito de obligación de su utilización es toda la obra, independientemente del sistema de contratación utilizado.

Los que están obligados a la utilización de filtro mecánico para mascarilla contra el polvo:

- Oficiales, ayudantes y peones sueltos o especialistas que realicen trabajos con martillos neumáticos, rozadoras, taladros y sierras circulares en general.

8.4.13. GAFAS DE SEGURIDAD CONTRA EL POLVO Y LOS IMPACTOS.

8.4.13.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de gafas de seguridad contra el polvo y los impactos en los ojos.

Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas para evitar condensaciones. Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.13.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los ensayos de las gafas de seguridad contra el polvo y los impactos, cumplirán las siguientes normas UNE:

- UNE.EN 167/96.
- UNE.EN 168/96.

8.4.13.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En la realización de todos los trabajos con riesgos de proyección o arranque de partículas, reseñados dentro del análisis de riesgos de la memoria.

El ámbito de obligación de su utilización es en cualquier punta de la obra en el que se trabaje produciendo o arrancando partículas.

Los que están obligados al uso de gafas de seguridad contra el polvo y los impactos.

- Peones y peones especialistas, que manejen sierras circulares en vía seca, rozadoras, taladros, pistola fija clavos, lijadoras y pistolas hincavillos.
- En general, todo trabajador que a juicio del encargado de seguridad o del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, está sujeto al riesgo de recibir partículas proyectadas en los ojos.

8.4.14. GUANTES DE CUERO FLOR Y LONETA.

8.4.14.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de par de guantes fabricados en cuero flor en la parte anterior de palma y dedos de la mano, dorso de loneta de algodón, comercializados en varias tallas. Ajustables a la muñeca de las manos mediante bandas extensibles ocultas. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.14.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

Los guantes fabricados en cuero flor y Loneta, cumplirán la norma UNE. EN 388/95.

8.4.14.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En todos los trabajos de manejo de herramientas manuales.

Manejo de sogas o cuerdas de control seguro de cargas en suspensión a gancho. En todos los trabajos similares por analogía a los citados.

El ámbito de obligación de su utilización es todo el recinto de la obra.

Los que están obligados a la utilización de los guantes de cuero flor y loneta.

- Peones en general.
- Ferrallistas.
- Personal similar por analogía de riesgos en las manos a los mencionados.

8.4.15. GUANTES DE GOMA O DE "PVC".

8.4.15.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de par de guantes de goma o de "PVC", fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoníaco, etc. Comercializados en varias tallas. Con marca CE., según normas EPI.

8.4.15.2. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

Trabajos de sostener elementos mojados o húmedos, trabajos de hormigonado, curado de hormigones, morteros, yesos, escayolas y pinturas.

El ámbito de obligación de su utilización es todo el recinto de la obra. Los que están obligados al uso de guantes de goma o de "PVC":

- Oficiales y peones de ayuda, cuyo trabajo les obligue a fabricar, manipular o extender morteros, hormigones, pastas en general y pinturas.
- Enlucidores.
- Escayolistas.

- Techadores.
- Albañiles en general.
- Cualquier trabajador cuyas labores sean similares por analogía a las descritas.

8.4.16. TRAJES DE TRABAJO, (MONOS O BUZOS DE ALGODÓN).

8.4.16.1. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA.

Unidad de mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo cortó en la zona de la pelvis hasta la cintura. Dotado de seis bolsillos: dos a la altura del pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100x100, en los colores blanco, amarillo o naranja. Con marca CE., según las normas EPI.

8.4.16.2. CUMPLIMIENTO DE NORMAS UNE.

El mono o buzo de trabajo, cumplirá la siguiente norma UNE:

- UNE 863/96.
- UNE 1149/96.

8.4.16.3. OBLIGACIÓN DE SU UTILIZACIÓN.

En su trabajo, a todos los trabajadores de la obra.

El ámbito de obligación de su utilización es toda la obra. Los que están obligados a la utilización de trajes de trabajo:

- Todos los trabajadores de la obra, independientemente de que pertenezcan a la plantilla de la empresa contratista o trabajen como subcontratistas o autónomos.

8.5. PRESUPUESTO.

El presupuesto de este estudio de seguridad y salud se encuentra en el presupuesto general de la obra.